

20
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"CREACION DE UN METODO ERGONOMICO
PARA LA OPTIMIZACION DE DISEÑOS
MECANICOS

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA MECANICA)

P R E S E N T A N :
ROLANDO GUILLERMO BRITTENHAM CARDENAS
CARLOS GOMEZ LLATA CAZARES

DIRECTOR: ING. ADRIAN ESPINOZA BAUTISTA

MEXICO, D. F.

AGOSTO 1991.

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I INDICE :

1	INDICE.	I
1	INTRODUCCION.	1-1
2	OBJETIVOS.	2-1
3	METODO.	3-1
4	ANTROPOMETRIA.	
4.1	Definición y aplicaciones.	4-1
4.2	Manera de proceder.	4-2
4.3	Variabilidad en forma, tamaño y proporciones corporales.	4-3
	Instrumentos para tomas de medidas antropométricas	4-6
4.4	Posturas recomendadas para el trabajo.	4-10
4.4.1	Postura de pie.	4-10
4.4.2	Postura sentado.	4-13
4.5	Observaciones generales.	4-17
4.6	Antropometria de trabajadores mexicanos.	4-18
	TABLA 1: Talla promedio de mujeres mestizas adultas	4-19
	TABLA 2: Talla promedio de hombres mestizos adultos	4-20
	TABLA 3: Altura del piso al codo flexionado en hombres y mujeres adultos mexicanos	4-21
5	CONDICIONES ATMOSFERICAS.	
5.1	Influencia de la transferencia de calor en los factores del medio ambiente.	5-1
5.2	Zonas de intercambio de calor.	5-3
5.3	Aclimatación al calor y al frío.	5-4
5.4	Medición de la insolación.	5-5
5.5	Sensación de confort térmico.	5-5
5.6	Molestias por calor.	5-5
5.6.1	Efectos psicológicos.	5-5
5.6.2	Molestias por calor y desempeño.	5-5
5.6.3	Trabajo físico.	5-7
5.6.4	Tareas de atención y de demanda.	5-7
5.6.5	Límites de la exposición al calor.	5-8
5.7	Reducción de las molestias por calor.	5-9
5.8	Frío.	5-10
5.8.1	Efectos psicológicos.	5-10
5.8.2	Sensaciones subjetivas del frío.	5-10

5.8.3	Desempeño bajo condiciones de frío.	5-11
5.8.4	Desempeño manual.	5-11
5.8.5	Tiempo de reacción.	5-11
5.8.6	Actividad mental.	5-11
5.8.7	Mantenimiento de confort y desempeño en el frío.	5-11
5.9	Efectos térmicos de la ropa.	5-12

6 ILUMINACION.

6.1	Medición de la luz.	6-1
6.2	Lámparas y luminarias.	6-2
6.2.1	Lámparas.	6-3
6.2.2	Color de lámparas.	6-3
6.2.3	Consideraciones energéticas.	6-6
6.3	Luminarias.	6-7
6.4	Concepto de visibilidad.	6-7
6.4.1	Medición de la visibilidad.	6-7
6.4.2	Escala de visibilidad.	6-9
6.5	Efectos de la luz en el desempeño de tareas.	6-9
6.6	Determinación del nivel de iluminación.	6-10
6.6.1	Niveles recomendados de iluminación para trabajo en interiores.	6-11
6.6.2	Factores de peso que deben ser considerados en la selección de un nivel específico de iluminación para cada categoría de la tabla anterior.	6-13
6.6.3	Niveles recomendados de iluminación para propósitos de seguridad.	6-14
6.7	Distribución de la luz.	6-15
6.7.1	Radio de iluminación.	6-15
6.7.2	Reflectancia.	6-15
6.8	Brillo.	6-17
6.8.1	Brillo molesto.	6-18
6.8.2	Brillo incapacitante.	6-18
6.8.3	Reducción del brillo.	6-19

7 RUIDO.

7.1	Niveles de ruido.	7-1
7.2	Indices Psico-Físicos.	7-1
7.3	Ruido y pérdida del oído.	7-2
7.4	Pérdida del oído en el trabajo.	7-2
7.5	Efectos psicológicos del ruido.	7-2

7.6	Efectos del ruido en el desempeño.	7-3
7.7	Limites de exposici3n al ruido.	7-4
7.7.1	Ruido continuo o intermitente.	7-4
7.7.2	Ruido impulsivo.	7-6
7.7.3	Ruido infras3nico.	7-6
7.7.4	Ruido ultras3nico.	7-6
7.8	Las molestias por el ruido.	7-7
7.8.1	Algunos factores que provocan molestias por ruido.	7-7
7.9	Control del ruido.	7-7
7.9.1	Control de la fuente.	7-8
7.9.2	Control a lo largo del camino.	7-8
7.9.3	Control en el receptor.	7-8

8 VIBRACION.

8.1	Limites de la percepci3n de vibraciones.	8-1
8.2	Efectos de la vibraci3n para la salud.	8-2
8.3	Efectos en la salud debidos a la frecuencia.	8-2
8.4	Intensidad y duraci3n de los efectos fisiol3gicos.	8-5
8.5	Efectos de la vibraci3n en el desempe1o.	8-5
8.6	Efectos de la vibraci3n en la visi3n.	8-5
8.7	Vibraci3n del objeto.	8-6
8.8	Vibraci3n del observador.	8-7
8.9	Vibraciones combinadas de objeto y observador.	8-7
8.10	Efectos de la vibraci3n en el desempe1o motor.	8-8
8.11	Efectos que ejerce la vibraci3n sobre la ejecuci3n cognoscitiva.	8-9
8.12	Efectos de la vibraci3n sobre la comodidad.	8-9

9 ENCUESTAS. 9-1

10 ENCUESTAS: Desarrollo 10-1

11 ENCUESTA 1: Usuarios. 11-1

12 ENCUESTA 2: Mantenimiento. 12-1

13 CONCLUSIONES. 13-1

14 ANEXOS:

14.1	Antropometria de trabajadoras mexicanas.	14-1
14.2	T3cnica para la toma de las mediciones antropom3tricas.	14-2

15 BIBLIOGRAFIA. 15-1

1 INTRODUCCION

1 INTRODUCCION:

Cuántas veces hemos visto obreros arriba de tarimas para manipular controles; nos enteramos que se tomaron mal las lecturas de ciertos indicadores; se quejan obreros de dolores físicos en la espalda; o peor aun, hay accidentes; cuántas veces se desaprovechan facilidades que nos brindan las máquinas por no saber usarlas; cuántas veces baja la productividad sin explicarse el porqué.

Todos estos problemas son a los que trata de encontrar respuesta la ergonomía; si alguien nos pidiera definir ergonomía en una frase diríamos que es "el diseñar para el uso humano", esto es, adaptar las máquinas y el ambiente al hombre y no al revés, como ha venido sucediendo a través de los años; pero ésta sería una definición muy simple de todo el campo de trabajo al que se enfrenta; por lo tanto, una buena definición es la que da Chapanis: "La ergonomía descubre y aplica información a cerca del comportamiento humano, habilidades, limitaciones, y otras características para el diseño de herramientas, máquinas, sistemas, tareas, trabajos y medio ambientes, para conseguir la mejor productividad, seguridad, comodidad y efectividad en el uso humano".

Como se puede ver, la ergonomía involucra muchas variables, tanto en la parte humana (factores físicos y psicológicos), como en la parte máquina (medio ambiente, entrada y salida de información, etc.), todo esto con el fin de lograr la mejor interrelación entre ambos y obtener el resultado óptimo.

Las ventajas que se tienen al aplicar la ergonomía son obvias; un buen ejemplo es el estudio que realizó la British Iron & Steel Association (Asociación Británica del Hierro y el Acero), con el fin de diseñar varias cabinas para grúas altas. El problema se refería al daño a los vagones de ferrocarril causado por los operadores de algunas grúas que balanceaban los ganchos magnéticos de las grúas y golpeaban contra los lados de los vagones. Se calculó que este daño costaba a la compañía cerca de sesenta libras esterlinas por semana en reparación de vagones, en 1959. La simple observación mostró que el factor que contribuía a la falta de control del operario sobre el gancho era que no se podían alcanzar todos los controles, y al mismo tiempo, asomarse por fuera de la grúa para ver la posición del magneto. Para eliminar la falla en el diseño se tuvieron que mover tanto el magneto como los otros controles, de tal manera que el operario pudiera ver el gancho y alcanzar los controles. Se estimó que la modificación costó cerca de doscientas setenta libras esterlinas, lo cual significó que el costo fue pagado aproximadamente en seis semanas.

Al llamar a esta tesis *"Creación de un método ergonómico para la optimización de diseños mecánicos"* buscamos dirigir lo que es la ergonomía hacia nuestro campo de interés, que es el diseño en México, razón por la cual partimos de la premisa de que se debe pensar en el mexicano a la hora de diseñar, tanto en el aspecto físico como en el mental, para evitar errores que se han venido cometiendo, como el basarse en *estándares internacionales* y no en la realidad de nuestra población; esto es, mencionando como ejemplo, si se toma como base para diseñar una máquina la norma norteamericana, la cual señala una altura promedio del hombre de 176.5 cm, y después queremos que la operen mexicanos cuya altura promedio es de 159.9 cm, saltan a la vista los graves problemas que surgirán en el momento que interactúen la máquina con el hombre, en este caso el mexicano.

Queremos que al terminar esta tesis se tenga un trabajo serio que sirva como guía a los diseñadores mexicanos en cuanto a ergonomía se refiere, para que la apliquen en el momento de hacer sus diseños, ya que como lo menciona Sanders en su libro *"Human factors in Engineering and Design"*, *"El incremento en el desarrollo tecnológico en las décadas recientes ha creado la necesidad de considerar a la ergonomía en las primeras etapas de diseño y de una manera sistemática. Debido a la complejidad de muchos nuevos y modificados sistemas, es impráctico o altamente costoso el hacer cambios después de que ellos han sido producidos"*.

Basándose en el sistema hombre-máquina-medio ambiente, la presente tesis plantea un análisis de cada uno de los elementos de dicho sistema y de sus relaciones entre sí, profundizando un poco más en lo que es el hombre mexicano, analizando sus aspectos físicos (antropométricos) y psicológicos, esto mediante un método experimental, aplicando encuestas para conocer algo más de qué es el mexicano; todo esto con el fin de conseguir los objetivos planteados.



2 OBJETIVOS

2 OBJETIVOS:

1. Crear un método ergonómico para poder aplicarlo al momento de estar diseñando.
2. Realizar una investigación a una población para obtener datos ergonómicamente valiosos para aplicarlos en el momento de diseñar máquinas en México.
3. Reunir en la presente tesis la información suficiente para que esta sirva como un manual útil para el diseñador en cuanto a ergonomía se refiere.
4. Satisfacer inquietudes personales en cuanto a la ergonomía.
5. Obtener el título profesional.

3

METODO

3 METODO:

Una vez que ya se sabe qué se va a diseñar:

1. Definir a quien va dirigido el producto.

mexicano
extranjero
obrero
estudiante
etc.

2. Definir al medio ambiente que rodeará a la máquina y al usuario.
3. Consideraciones antropométricas.

Conseguir datos antropométricos de los usuarios del producto. En la presente tesis se anexan algunos datos que pueden ser útiles, aunque lo más recomendable es que se haga un estudio antropométrico propio, si es factible, sobre el tipo de usuario al que va dirigido el producto. En el anexo 2 se menciona cómo realizar las pruebas, y en el capítulo de antropometría, los instrumentos necesarios y la utilidad de los datos adquiridos.

4. Consideraciones mentales.

Debido a la importancia que tienen los factores psicológicos para la buena relación hombre-máquina, es importante conocer la manera de ser del usuario, y de cómo ve al producto; en la presente tesis se hace un estudio sobre esto, el cual dio bastantes resultados, los cuales pueden ser muy útiles, aunque recomendamos que si es posible se haga un estudio propio más particular. Sobre esto se profundiza más en el capítulo de encuestas.

5. Conocimiento del producto.

Conocer las opiniones de usuarios y gente de mantenimiento referente a productos similares, aciertos y desaciertos en el diseño; sobre esto también se profundiza en el capítulo de encuestas.

6. Análisis del medio.

Recordando que, aunque se diseñe la máquina perfecta, si el medio es agresivo para el usuario o para la máquina, no se tendrán resultados óptimos, por lo que hay que considerar todos los factores ambientales que rodearán a la máquina y al usuario, y buscar que éste sea lo más benévolo posible. En la tesis están presentes cuatro capítulos referentes a estos factores: *ruido, vibraciones, condiciones atmosféricas e iluminación*, los cuales, aunque no son tratados de modo muy profundo, pueden ser de gran ayuda si se les utiliza. No olvidemos que existen libros enteros sobre cada uno de esos factores, por si se quisiera hacer un estudio muy profundo sobre un factor en especial.

7. Tener durante todo el proceso de diseño toda esta información ergonómica presente, y utilizarla cada vez que se necesite; recordemos que un criterio ergonómico puede ahorrarnos muchas dificultades futuras y mucho dinero si nunca lo olvidamos.

4 ANTROPOMETRIA

4 ANTROPOMETRIA :

4.1 Definición y aplicaciones:

La antropometria es la técnica que se emplea para medir el cuerpo humano y sus componentes. Conocer las medidas del organismo y sus partes tiene múltiples aplicaciones, que van desde el ajuste de la ropa que hacen los sastres, hasta las mediciones realizadas para evaluar el estado de nutrición. Aquí nos interesan dichas mediciones para remediar los desajustes que existen entre los trabajadores y sus puestos de trabajo.

Para entender esta situación, imaginemos lo que ocurriría si diéramos camisetas de talla mediana a un grupo de personas grandes; la ropa quedaría holgada a unos, ajustada a otros y cómoda a los menos. Pero si la talla de la camiseta fuera extra grande, el grupo al que le quedaría holgada sería mayor, a muy pocos les quedaría bien, y ajustada tal vez a nadie. Para resolver este problema tenemos dos caminos: obtener camisetas de varias tallas o dar las camisetas a las personas cuyo tamaño corresponda al de las prendas.

En la industria ocurre algo semejante. La maquinaria se fabrica especialmente, o se adquieren los modelos comerciales, que con frecuencia son diseñados en el extranjero, tomando en cuenta a personas con cuerpo diferente al de los mexicanos que los emplean en nuestro país. La maquinaria puede ser adecuada para algunos, pero no para otros. Para remediar esta situación se pueden tomar varios caminos, haciendo uso de la antropometria:

- a. *Seleccionar a las personas que van a operar determinada maquinaria, tomando en cuenta las medidas de su cuerpo y las de la máquina.*
- b. *Hacer modificaciones al espacio de trabajo para que los actuales operarios empleen la maquinaria de mejor manera.*
- c. *Hacer diseños propios pensando en la antropometria del mexicano.*

4.2 Manera de proceder:

La inspección visual es el primer paso para detectar problemas de desajuste entre los trabajadores y los espacios, maquinarias y herramientas que emplean. Antes de la primera visita para realizar la inspección es recomendable contar con un *diagrama de flujo del proceso* que se sigue en la industria, desde la llegada de la materia prima, hasta la salida del producto procesado, incluyendo los aspectos de administración, vigilancia y gerencia. De esta manera se podrá estar seguro de identificar las zonas que se visitan en relación a las etapas del proceso. También se localizarán los sitios en que han ocurrido accidentes o en donde los trabajadores se quejen de *fatiga, incomodidad o inseguridad*.

Se sugiere realizar la visita al centro de trabajo, equipado con una cámara fotográfica de 35 mm, cargada con película de color para impresiones. En cada lugar en que se toman fotografías se coloca una *escala*, para poder tener idea del tamaño real de los objetos en la fotografía. Para ello se recomienda usar un bastón de madera de aproximadamente 1.50 m, con una base que le permita mantenerse vertical, apoyado en el suelo. Con pintura o cinta adherible de colores se le colocan zonas alternas de 10 en 10 cm, de tal manera que con facilidad se pueda calcular cuánto mide un objeto cercano a la escala. Se recomienda emplear la película de impresiones de color, ya que así se obtiene un registro manejable en papel, pero al mismo tiempo con los negativos se pueden preparar diapositivas para ilustrar charlas a los empresarios y a los trabajadores, en que percibirán de manera objetiva los problemas que se encuentran.

Durante la primera visita se identifican los sitios con problemas reales y potenciales. Entonces se procede a una nueva visita en que se toman fotografías más detalladas del espacio y el equipo utilizado, tanto de manera aislada como con los operarios en acción. Se identifican a las personas que laboran en ese sitio, incluyendo a quienes lo hacen de manera ocasional. Se determinan las mediciones antropométricas y las de la maquinaria, que explican el desajuste y los problemas encontrados. Con esa información se diseña la *cédula* con la que se toman las mediciones en determinado grupo de trabajadores.

Cuando la industria es pequeña, se puede hacer el estudio antropométrico a la totalidad de los trabajadores con una *cédula básica*, (ver *anexo 1* y *anexo 2*).

Para llevar a cabo los estudios antropométricos se requiere de instrumental especializado. El instrumental básico consiste de un antropómetro, un compás de ramas rectas y una cinta métrica. Además son muy útiles la mesa para la toma de medidas sentado y un compás de corredera grande. Este equipo habitualmente se adquiere en el extranjero, con la compañía Pfister Import-Export Inc. 450 Barrel Avenue, Carlstadt, New Jersey, USA 07072, con teléfono (201)939 4606, pero los departamentos de diseño industrial de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, y de la Universidad de Guadalajara están a punto de comercializar estos equipos. Sin embargo, es relativamente sencillo construir equipo básico, siguiendo las instrucciones que aparecen en el artículo de Vargas, " La salud en el trabajo ", publicado en 1988.

4.3 Variabilidad en forma, tamaño y proporciones corporales:

La antropometría hace objetivas las diferencias de la forma, tamaño y proporciones del cuerpo humano en distintas personas. Para ello debe tomarse en cuenta que la conformación de cada persona depende de dos factores: la herencia y la influencia del ambiente. Lo primero determina, por ejemplo, que haya familias o grupos humanos de personas altas, o que en los EEUU las personas de raza negra tengan piernas proporcionalmente más largas que los blancos o los asiáticos. Ejemplos de los segundos son las personas que tienen las piernas cortas como resultado de haber padecido poliomielitis en la infancia, o el acortamiento de las extremidades inferiores que resulta de una inadecuada alimentación durante la infancia.

Se cuenta con poca información antropométrica sobre las poblaciones de trabajadores del mundo, y particularmente de México. Sin embargo, algunos datos han sido publicados por Casillas y Vargas (1978), Casillas, Vargas y Martínez (1978) y Vargas y Casillas (1978). Para tener una idea de la variabilidad del tamaño de las poblaciones adultas, tomemos en cuenta que el grupo de hombres adultos más altos que aparece en los libros de records son los Tutsi, de Ruanda, con una estatura promedio de casi 1.85 m. Los más bajos son los pigmeos Mbuti, del Zaire, con una estatura promedio de casi 1.38 m. Entre las mujeres jóvenes de las que existen estudios antropométricos confiables, la estatura promedio de las más altas fue de 1.67 cm entre las holandesas, y las más bajas resultaron las Quechuas de Perú, con 1.50 m de talla promedio. Se dice que las mujeres pigmeas Mbuti del Zaire miden en promedio 1.34 m. En comparación, los trabajadores mexicanos de una industria químico-farmacéutica, que llamaremos I, tuvieron una estatura promedio de casi 1.64 m y las mujeres de 1.51 m. Los estándares norteamericanos establecen como estaturas promedio 1.76 m para los hombres y 1.60 para las mujeres.

Estos datos deben interpretarse con cuidado, ya que son *promedios*. Se debe tomar en cuenta que en toda población humana hay una distribución de todas las medidas del cuerpo, y hay personas de talla baja y alta. Por ejemplo, entre las 60 mujeres estudiadas en una industria químico-farmacéutica de la ciudad de México, y que llamaremos 2, la estatura promedio fue de 1.51 m, pero la más pequeña midió 1.38 m, y la más alta 1.67 m, por lo tanto había casi 30 cm de diferencia entre ambas. Entre 50 trabajadores de la industria textil, la talla de los hombres varío entre 1.46 m y 1.80 m, lo que es una diferencia de 34 cm.

Es fácil imaginar lo que sucede cuando la operadora de 1.38 m utiliza una máquina norteamericana hecha para un hombre de 1.76 m, que es 38 cm más alto que ella. Probablemente no alcance algunos controles colocados arriba, y tenga que hacer gran esfuerzo para mover algunos de ellos. Además tendrá dificultad para leer indicadores que se encuentren por arriba de su ángulo visual. Seguramente esto le causara tensión, fatiga e inseguridad. La situación será peor si debe mover alguna palanca que se encuentre muy alta, en relación con sus codos, y la obligue a elevar exageradamente los hombros y a pararse de puntas.

Desde luego que se pueden hacer afirmaciones semejantes para otras dimensiones corporales y diferentes posturas. Por ejemplo se puede hacer la siguiente prueba:

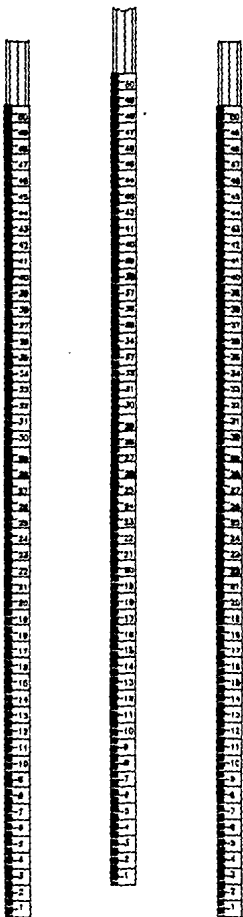
Siéntese en su silla apoyado lo más atrás posible. Sienta |
si sus pies se asientan *firmemente en el suelo*, y si puede |
pasar sus dedos por la parte anterior de sus muslos, por |
encima del asiento. Si no puede hacer esas dos maniobras, o |
lo hace con dificultad, su silla es muy alta para el tamaño |
de sus piernas. |

Es importante recordar que en este tipo de estudios *no se puede* trabajar con medidas antropométricas promedio. En el ejemplo anterior de las trabajadoras mexicanas, si se adecúa el espacio de trabajo para la operadora promedio de 1.51 m, habrá 13 cm de diferencia con la más baja, pero 16 cm con la más alta. Si se mezcla a los sexos, la situación se complica, ya que los trabajadores más bajos seguramente estarán en el rango de las mujeres, pero no sería raro que el hombre más alto midiera cerca de 1.80 m, lo que implica una diferencia de 42 cm con la mujer más pequeña. Se requiere tomar en cuenta el rango total del grupo.

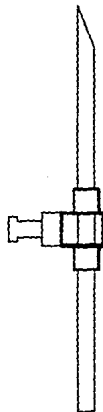
Evidentemente hacer los ajustes necesarios para esta gama de estaturas resulta complejo. Es más sencillo *establecer las necesidades* para cada máquina y *seleccionar el personal* de acuerdo con sus dimensiones corporales. Sin embargo, habrá labores comunes para todos. Entre ellas se encuentra el almacenar objetos en anaqueles. En este caso, el alcance máximo hacia arriba será el que le permita al trabajador más pequeño colocar cómodamente un objeto en el anaquel más alto. En caso contrario, habrá que utilizar escaleras o tarimas para facilitar la labor.

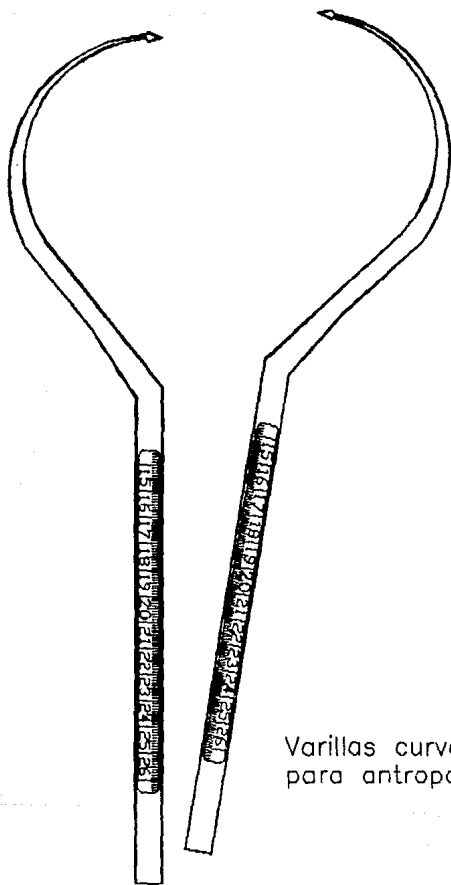
Párrafos atrás se afirmó que la antropometria toma en cuenta *forma, tamaño y proporciones corporales*. La forma se refiere a la estructura general del cuerpo, por ejemplo, personas de una misma estatura pueden ser una obesa, la otra delgada, y la tercera atlética. El tamaño define las dimensiones del cuerpo en su totalidad, como es la estatura, el largo de los brazos, el ancho de la cabeza, y otras. Finalmente, las proporciones se refieren a la combinación de las medidas entre sí, por ejemplo, los brazos en relación con las piernas, o los de las piernas con la estatura total.

El otro factor que se toma en cuenta es el *equipo y el espacio de trabajo*. Así interesa si los aparatos que dan información sobre el proceso son visibles, como es el caso de termómetros, medidores de revoluciones, o simplemente poder observar si un taladro está colocado en la parte de la pieza que le corresponde. *Los controles deben estar accesibles y operarse con el menor esfuerzo posible*. La *postura de trabajo debe ser cómoda*, y para definirla es necesario medir cuidadosamente al equipo y el espacio, en función de quien o quienes los operan.

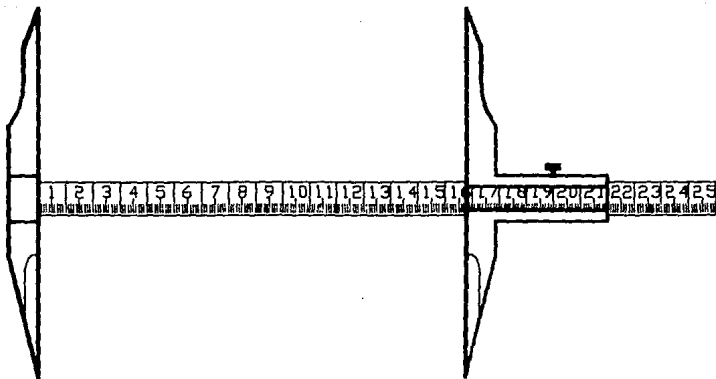


Antropómetro

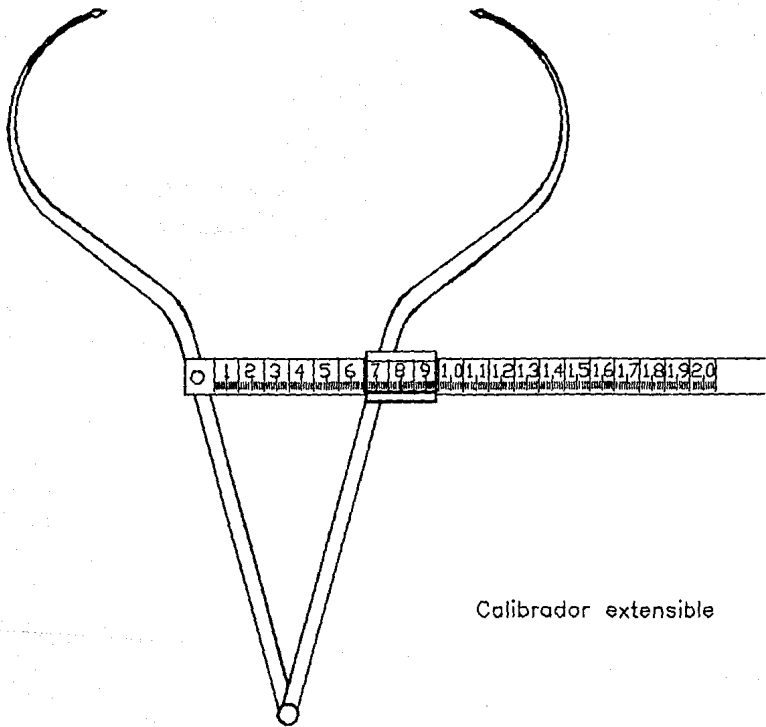




Varillas curvas
para antropómetro



Compás deslizable



Calibrador extensible

4.4 Posturas recomendadas para el trabajo:

A través de la experiencia mundial, reportada en libros y artículos, se sabe cuáles son las posturas más cómodas y seguras para trabajar. Se caracterizan por ser aquellas en que los músculos se ponen en menor tensión, los sentidos permiten captar lo que ocurre cerca del trabajador, y requieren menor gasto de energía al operar el equipo.

4.4.1 Postura de pie:

La postura de pie es necesaria para numerosos trabajos. El requisito básico es *contar con espacio suficiente para que el cuerpo pueda haber holgadamente en todas direcciones y pueda cambiar de posición.* Es recomendable que el trabajador controle todo el proceso a su cargo con la vista y desde el sitio en que se encuentra. De preferencia *existirá un asiento cercano*, en el que pueda descansar durante los momentos que no requiera estar de pie.

Para comprender las necesidades de espacio de la postura de pie, se requiere tomar en cuenta los siguientes factores. Las medidas a que se hace referencia aparecen descritas en el *anexo 2.*

- . Debe evitarse que los trabajadores tengan que controlar objetos colocados a sus espaldas o fuera de su control visual. Para ello se emplea la *distancia del piso al ojo*, ya que esta medida es la que permite el control visual sin necesidad de levantar la cabeza. Si se requiere colocar indicadores o controles por arriba de esta altura, debe seleccionarse a aquellos que no tengan una importancia básica en el control del equipo o la tarea.
- . Se necesitan cuando menos 20 cm de espacio entre el techo y la parte superior de la cabeza o del casco de protección del trabajador más alto, puesto de pie. Para ello se emplea la *talla*, añadiendo cuando sea necesario la altura del casco.
- . La entrada al lugar de trabajo debe permitir el paso holgado del trabajador más alto y el más ancho, vestido con toda la ropa de protección, incluyendo casco y guantes. La anchura se determina por la *distancia de codo a codo*.
- . Si el trabajador opera frente a una mesa o cualquier maquinaria, debe existir un espacio suficiente para que la punta del calzado quepa bajo el objeto que se encuentre frente a él.

- . El alcance hacia adelante, arriba y a los lados se debe calcular tomando en cuenta las extremidades más cortas de los integrantes del equipo de trabajadores. El alcance hacia arriba lo proporciona la altura vertical máxima a nudillos. El alcance horizontal a nudillos informa sobre el máximo alcance posible hacia el frente, y esta medida se puede proyectar hacia los lados para obtener el alcance lateral.

- . La superficie de trabajo o los controles deben estar en el área que se encuentre al alcance del antebrazo y por abajo de la punta del esternón. La distancia del codo a los nudillos permite calcular la zona más cómoda de alcance hacia el frente. La altura del piso al codo, con el sujeto de pie, informa sobre la altura más cómoda de la superficie de trabajo.

- . No es conveniente operar pedales en la posición de pie.

- . La cabeza debe rotar un máximo de 45° hacia los lados, recordando que el campo visual es de aproximadamente 30°. Ya se mencionó que la altura del campo visual la mide la distancia del piso a los ojos, con el sujeto de pie.

- . Debe evitarse que los trabajadores flexionen la espalda con frecuencia, o trabajen con la columna doblada. Eso se evita ajustando la altura de la superficie de trabajo o la del piso, que se mide con la distancia del piso al codo flexionado.

- . Cuando sea necesario levantar objetos, evite que sean de tamaño menor a la distancia entre los puños con los brazos colgantes, y el hombro, y aquellos que obstruyan la vista. En caso de que los objetos sean de mayor tamaño, emplee algún auxilio mecánico o la ayuda de otra persona.

- . Evite a toda costa levantar repetidamente objetos que se encuentren a nivel del piso. Es preferible elevarlos hasta una superficie en que no sea necesario doblar la espalda. Cuando se deba vaciar algún tipo de recipiente, como un bote alto, lo ideal es colocarlo sobre una superficie de altura ajustable con una cremallera del tipo de los "gatos" de automóvil.

- . Cuando sea necesario alcanzar un objeto que se encuentra en la altura, utilizar una escalera protegida con barandales. Nunca haga uso de sillas o bancos para subirse en ellos; son causas de caídas que pueden ser peligrosas.

4.4.2 Postura sentado:

Estar sentado es una de las *maneras más cómodas para trabajar*. En esa postura se ponen en juego una serie de fuerzas.

Experimente usted sentándose en una silla y sintiendo lo que ocurre. En primer lugar, su cuerpo se apoya en la región glútea y hace presión sobre ella. Eso se compensa con el apoyo firme de los pies sobre el suelo. Si los pies no se pueden apoyar, aparece incomodidad. Aunque eso es evidente, no es tomado en cuenta en distintas formas de asiento. Por ejemplo, la mayoría de las sillas que existen en el mercado tienen el asiento a mayor altura de la necesaria sobre el piso. El resultado es que muchas personas de corta talla, especialmente las mujeres, no pueden distribuir adecuadamente su peso entre la región glútea y los pies. Esta situación hace particularmente incómodos a los *bancos*, como los que emplean los dibujantes, o los que existen en algunas líneas de acondicionamiento o empaque de la industria.

El segundo elemento que se debe tomar en cuenta es que en la parte de atrás del muslo, las arterias y los nervios se encuentran relativamente superficiales. Por lo tanto, si el asiento hace presión sobre esta zona, dificulta la circulación y comprime los nervios sensitivos, lo que ocasiona cosquilleo, incomodidad y fatiga. Para evitarlo, el asiento debe permitir que las *regiones glúteas* se encuentren ligeramente *abajo de las rodillas*.

Los respaldos de los asientos tienen como finalidad ayudar a que el cuerpo tenga un tercer apoyo en la espalda, además del que tiene en los pies y en la región glútea. Por esta razón es importante que *los asientos tengan respaldo*, y por lo tanto no se aconseja el uso de los bancos. Pero un buen respaldo debe apoyar la espalda por abajo de los omóplatos, y de preferencia en la *región lumbar*. En otras palabras, los respaldos no necesitan ser altos, ya que el apoyo sería sobre los omóplatos, lo que ocasiona molestia y dolor, ya que esos huesos se mueven al accionar los brazos y empujan la espalda hacia adelante en relación al respaldo.

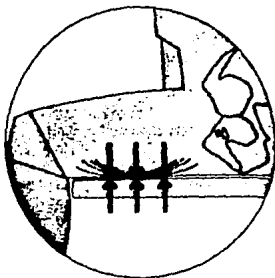
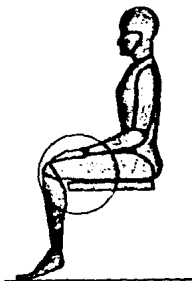
Si usted se apoya firmemente en su respaldo, notara que su región glútea tiende a deslizarse hacia adelante y se debe "frenar" con los pies, sobre todo si el asiento en que se apoya es resbaloso. Eso también causa tensión, y se evita *inclinando* los asientos unos 5° en relación con la horizontal, de adelante hacia atrás, y cubriéndolos con una *superficie antideslizante*, como una tela. No es necesario que los asientos sean blandos, de hecho un asiento demasiado blando hace que los glúteos no se apoyen en los huesos llamados isquiones, sino en la grasa de la periferia, y se compriman algunos nervios sensitivos. Por el contrario, son recomendables asientos firmes, pero no duros.

Otros factores que tienen que tomarse en cuenta en los asientos son su *anchura y profundidad*, que deben ser suficientes para que toda la región glútea se apoye cómodamente.

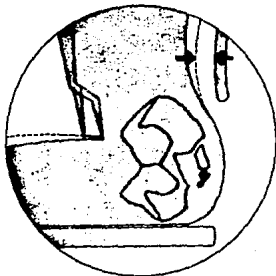
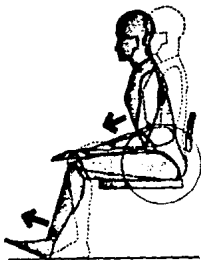
Cuando una persona trabaja en postura sentada, se deben de vigilar los siguientes elementos:

- Se recomienda que la silla sea lo suficientemente estable, como para que no se mueva hasta que el usuario lo desee. Las mejores son las que tienen 5 patas con ruedas.
- El asiento debe estar a una altura adecuada para el largo de las piernas del usuario. Esta dimensión la proporciona la medida llamada del piso al hueco popliteo.
- El asiento debe ser lo suficientemente profundo y ancho para ser cómodo, lo que se obtiene al medir la distancia del sacro al tercio medio del muslo, y la anchura máxima de la cadera.
- El asiento debe tener respaldo, cuya altura máxima se obtiene al medir la altura del plano del asiento al ángulo del ombligo.
- La superficie de trabajo más cómoda se coloca 2 cm por abajo de la distancia del plano del asiento al codo.
- Cuando la superficie de trabajo no pueda modificarse, se recomienda colocar un apoyo para los pies, y si es necesario, modificar la altura de la silla, pero sin olvidar el apoyo para los pies.
- Se requiere espacio suficiente para que los muslos entren por abajo de la superficie de trabajo. Esta dimensión se obtiene con la medición del sacro a la rodilla, que expresa la distancia del respaldo del asiento hasta la parte más anterior del muslo.
- Evítase en lo posible que el trabajador deba alcanzar objetos más arriba del nivel de su control visual, lo que determina la distancia del plano del asiento al nivel de los ojos.
- Si es necesario hacer trabajo repetitivo, como escribir a máquina, es conveniente que los hombros se encuentren relajados y los codos doblados a un ángulo de 90°. La mayor parte de los sitios de trabajo no permiten esta postura, ya que las superficies suelen ser muy altas. Esta situación anormal produce fatiga y dolor en el cuello y la nuca.
- Cuando sea necesario cargar o mover objetos pesados estando sentado, cuida de que estén lo más cerca posible al cuerpo, es decir, sin extender los codos ni doblar la espalda.

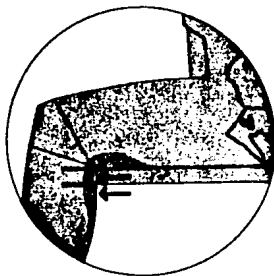
La superficie de asiento demasiado alta se traduce en una compresión de los muslos e irregularidades en el riego sanguíneo. Además, las plantas de los pies no tocan suficientemente el suelo y el equilibrio del suelo disminuye.



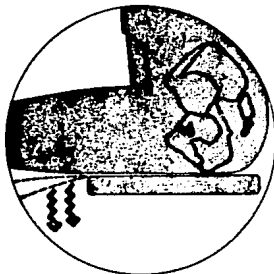
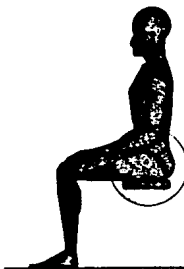
La superficie de asiento demasiado baja se traduce en una extensión de las piernas hacia delante, privándolas de toda estabilidad. Además, el movimiento del cuerpo hacia delante producirá también un deslizamiento de la espalda alejándose del respaldo, quedando el usuario sin apoyo lumbar.



La profundidad de asiento excesiva produce una compresión detrás de la rodilla, origen de incomodidad y problemas en la circulación de la sangre.



La escasa profundidad de asiento deja al usuario sin el adecuado apoyo bajo los muslos y con la sensación de caerse de bruces.



4.5 Observaciones generales:

Las condiciones de trabajo son muy variables y cada una de ellas es una situación particular. Sin embargo, existen algunas consideraciones generales que son útiles para analizar los puestos de trabajo.

- . No siempre la postura sentado es la más cómoda para trabajar. Algunos puestos requieren de cambio de postura. Para ello se requiere proporcionar superficies de trabajo de altura variable sobre el piso. Un buen ejemplo son los restiradores de los dibujantes, en los que para ciertas tareas es cómodo trabajar sentado, y en otras de pie. Lo que *no se aconseja es el uso de los bancos* que vienen con dichos restiradores, ya que no permiten sentarse cómodamente. Es preferible trabajar de pie y no emplear el banco. Cuando sea necesario se baja el restirador a una altura que permita sentarse en una silla cómoda.
- . Para algunos trabajos repetitivos, como el uso de una calculadora de escritorio, es conveniente que la superficie de la mesa se encuentre un poco inclinada sobre el plano horizontal, de tal manera que lo más cercano al operador queda a la altura de sus codos flexionados, y el extremo más lejano de la mesa se encuentra un poco más alto.
- . En los trabajos repetitivos es aconsejable que no se obligue a las articulaciones a trabajar en los extremos de su rango de movimientos. Las articulaciones de la muñeca, y por tanto los puños deben mantenerse alineados en relación con el antebrazo. Procure la mayor parte del tiempo *conservar los codos en ángulos rectos*, sin que suban más allá de la mitad del pecho.
- . Evite que el tronco rote en tareas repetitivas. Es preferible *girar todo el cuerpo* moviendo los pies.
- . Use las extremidades en forma alterna, y no siempre la misma o el mismo lado.
- . En lo posible *cambie de postura con frecuencia, tome descansos de corta duración* antes de los primeros síntomas de fatiga.

Las consideraciones anteriores ayudarán a buscar tareas y espacios de trabajo con problemas durante la visita con fines ergonómicos a la empresa.

4.6 Antropometría de trabajadores mexicanos:

Existen algunos estudios con resultados de las mediciones antropométricas de trabajadores mexicanos, hombres y mujeres (ver el Anexo 1).

Los promedios de talla encontrados en dichos estudios se presentan en las tablas 1 y 2. En la 3 se anotan los correspondientes a la altura del codo flexionado, medida con el sujeto de pie. Llama la atención la variabilidad en las medidas, pero sobre todo, lo alejado que se encuentran las *normas norteamericanas* de nuestra realidad, tomando en cuenta que la mayoría de la maquinaria empleada en América Latina es importada de los Estados Unidos. La norma norteamericana con la que se hace aquí las comparaciones es la media, ya que existen otras para personas altas y de baja talla. La mayor parte de las publicaciones relativas a diseño industrial y arquitectónico repiten los datos de los Estados Unidos, sin darse cuenta que nuestra realidad es distinta, por lo que es necesario realizar estudios específicos para América Latina.

Sin embargo, para su aplicación debemos tomar en cuenta que está lejano el día que se deje de importar maquinaria de otros países, en los que las dimensiones corporales de los usuarios son tan diferentes. Por lo tanto, las soluciones que se propongan deben de ser de *ajuste del ambiente de trabajo* a las características de la población. Para ello se proponen técnicas sencillas, como el uso de escaleras, la colocación de tarimas que eleven la talla del operador en relación a su equipo, la reubicación de determinados controles y otros.

Además es necesario crear conciencia en las industrias nacionales para que se construyan tomando en cuenta las necesidades de los usuarios, y no se ajusten a las llamadas normas internacionales, que están alejadas de lo que ocurre en nuestros grupos humanos. Por ejemplo, la mayor parte de las sillas, mesas y otros muebles se hacen acordes a las normas de diseño americanas o europeas. El resultado es que muy pocas de ellas son cómodas. Las que se requieren son más bajas, y por lo tanto emplean menos material y con menor costo. Si se desea percibir este fenómeno en forma objetiva, observe a los usuarios de una cabina telefónica pública, y constatará las dificultades que muchos de ellos tienen para girar el disco telefónico, por la altura a que se encuentran.

T A B L A 1:

TALLA PROMEDIO DE MUJERES MESTIZAS ADULTAS MEXICANAS

NOMBRE DE LA MUESTRA	NUM. DE CASOS	EDAD EN AÑOS RANGO O PROMEDIO	TALLA PROMEDIO EN cm	TALLA DESV.ST	TALLA RANGO
Norma norteamericana			160.5		
Estudiantes de la UIA	717	18-22	160.6	5.79	
Estudiantes de una preparatoria particular	100	14-19	158.9	6.72	
Estudiantes de la UNAM	572	19.28	156.5	6.37	
Profesionales del IMSS	39	21-50	156.4	5.95	
Trabajadoras de la UNAM	176	30.81	154.1	6.26	
Trabajadoras del IMSS	85	21-50	152.5	5.91	
Enfermeras del Hospital General de México	312	28.6	152.0	5.68	136.5-169.1
Industria Química 1	6	42.6	151.1	5.46	
Industria Química 2	60	21.8	151.0	6.60	138.0-167.2
Habitantes de Xalapa	100	34.5	148.6	5.51	
Habitantes de Córdoba	100	32.1	147.3	5.40	

T A B L A 2:

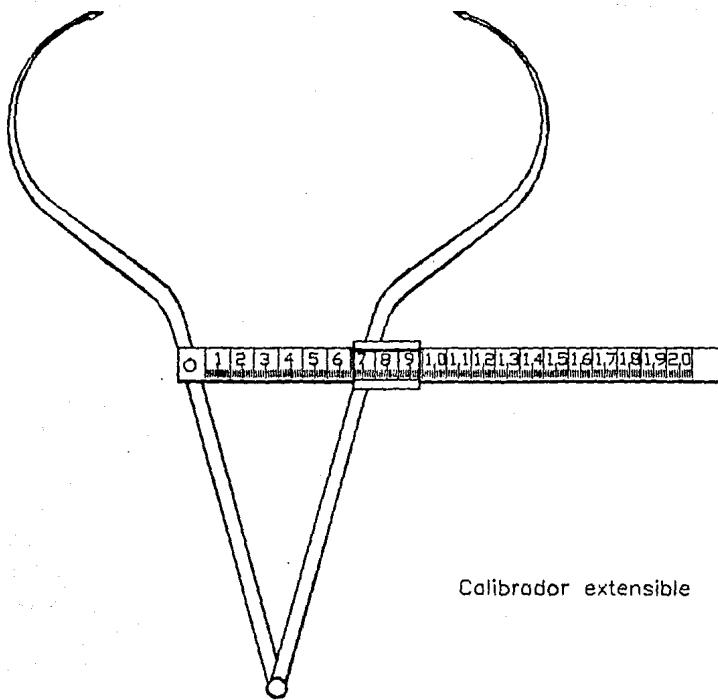
TALLA PROMEDIO DE HOMBRES MESTIZOS ADULTOS MEXICANOS

NOMBRE DE LA MUESTRA	NUM. DE CASOS	EDAD EN AÑOS (RANGO O PROMEDIO)	TALLA PROMEDIO EN cm	TALLA DESV. ST	TALLA RANGO
Norma norteamericana			176.5		
Estudiantes de la UIA	811	18-22	173.8	8.36	
Profesionales del IMSS	37	21-50	170.0	7.14	
Estudiantes de una preparatoria particular	195	14-19	169.0	6.72	
Estudiantes de la UNAM	1346	19.80	168.5	6.86	
Máquinas herramienta	76	25.4	164.0	6.24	
Industria Química 1	5	30.7	163.9	5.29	
Trabajadores del IMSS	81	21-50	163.8	7.02	
Trabajadores de la UNAM	233	32.9	163.7	6.34	
Industria Química 2	20	23.0	163.2	4.79	155.2-177.2
Habitantes de Xalapa	100	31.4	161.8	5.39	
Industria textil	50	21-60	160.5	5.79	146.0-180.0
Medía mexicana			159.9		153.8-170.30
Perforistas	22	26-29	159.5	4.51	
Habitantes de Córdoba	100	35.8	159.3	6.30	

T A B L A 3:ALTURA DEL PISO AL CODO FLEXIONADO EN HOMBRES Y MUJERES
ADULTOS MEXICANOS

NOMBRE DE LA MUESTRA	NUMERO DE CASOS	ALTURA DEL PISO AL CODO FLEXIONADO EN cm	PER. 5	PER. 95
Norma Norteamericana para hombres		112.0		
Hombres obreros textiles	50	105.60		
Hombres obreros industria quimica 1	6	102.2		
Norma norteamericana para mujeres		102.0		
Hombres usuarios de máquinas herramienta	76	100.9	90.6	111.1
Mujeres enfermeras del Hospital General	312	96.8	90.5	103.9
Mujeres obreras industria quimica 1	5	94.9		

* PER. = Percentil.



Calibrador extensible

5 CONDICIONES ATMOSFERICAS

5 CONDICIONES ATMOSFERICAS:

A través de los millones de años de la evolución humana, el hombre ha venido desarrollando una adaptabilidad a su medio ambiente; sin embargo, existen limitantes para este rango de adaptabilidad. La ciencia y la tecnología en los últimos años han desarrollado nuevos tipos de medios para los seres humanos; por ejemplo, el smog, la contaminación ambiental, etc., variando las condiciones térmicas del medio.

5.1 Influencia de la transferencia de calor en los factores del medio ambiente:

El proceso de transferencia de calor es muy importante para cuatro condiciones ambientales:

- Temperatura del aire
- Humedad
- Flujo de aire
- Temperatura que rodea a las superficies (paredes, ventanas, hornos, etc.

La interacción de estas condiciones es bastante compleja; se puede ver que bajo una alta temperatura de aire y una alta temperatura de pared, la pérdida de calor por convección y por radiación es minimizada. Bajo esas circunstancias, el calor es perdido por evaporación; pero si la humedad es alta, la pérdida de calor por evaporación se minimiza, resultando un incremento en la temperatura del cuerpo.

Estos efectos se ilustran en la gráfica 5.1, donde se muestran 5 combinaciones de temperatura de aire y de pared, mostrando los porcentajes de pérdida de calor por evaporación, radiación y convección.

En particular las condiciones D y E ilustran el hecho de que, con altas temperaturas de aire y de pared, el calor no es disipado por convección y radiación, siendo la manera principal por evaporación, sabiendo que la pérdida por evaporación está limitada por la humedad.

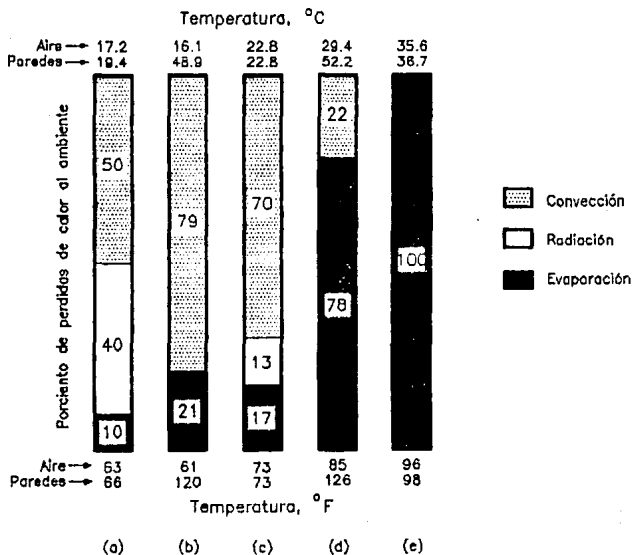


Figura 5.1

Porcentaje de pérdida de calor al ambiente por evaporación, radiación y convección, bajo diferentes temperaturas de aire y pared.

5.2 Zonas de intercambio de calor:

Las reacciones psicológicas a diferentes condiciones térmicas tienden a entrar dentro de tres categorías o zonas, las cuales se ilustran en la figura 5.2.

En la figura se muestran las siguientes zonas:

- Zona de enfriamiento:

Los siguientes efectos ocurren cuando hay un cambio de un medio caliente a uno frío:

1. La piel empieza a enfriarse.
2. La sangre empieza a alejarse de la piel e irse más hacia la parte central del cuerpo, donde se calienta antes de regresar a las áreas de la piel.
3. La temperatura rectal se incrementa, pero después disminuye.
4. Pueden ocurrir estremecimientos y se pone la "carne de gallina". El cuerpo puede estabilizarse con grandes áreas de piel recibiendo poca sangre. Condiciones extremas pueden causar hipotermia y la muerte.

- Zona de confort:

La condición en la cual el cuerpo tiene un estado en el cual su balance térmico se aproxima al óptimo.

- Zona de regulación de calor:

Los siguientes efectos ocurren cuando se cambia de un ambiente frío a uno caliente:

1. Más sangre se va a la superficie del cuerpo, provocando una mayor temperatura de la piel.
2. La temperatura rectal disminuye, pero después se incrementa.
3. Aumenta el nivel de azúcar en la sangre. El cuerpo puede estabilizarse con el incremento del nivel de azúcar en la sangre, y el del flujo de sangre hacia la superficie. En condiciones extremas puede aparecer hipertemia y muerte.

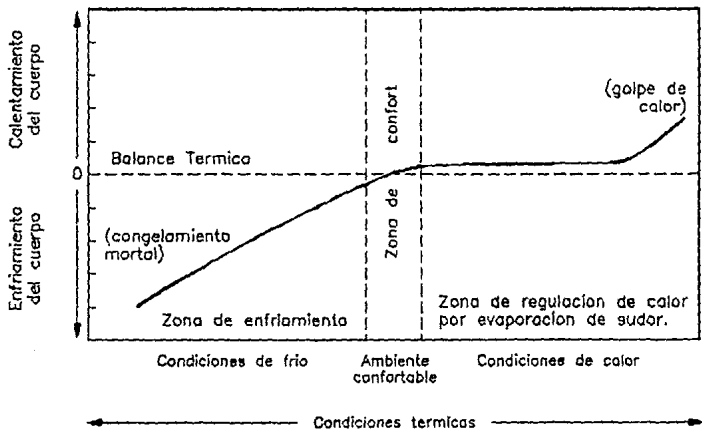


Figura 5.2

Zonas de cambio de color.

5.3 Aclimatación al calor y al frío

La aclimatación consiste en una serie de ajustes psicológicos que ocurren cuando el individuo es habitualmente expuesto a condiciones térmicas extremas, calor o frío. Sin embargo existen algunas preguntas acerca del tiempo que se requiere para aclimatarse totalmente.

Es que la aclimatación al calor ocurre entre 4 a 7 días, y una aclimatación razonablemente completa ocurre entre 12 y 14 días de estar expuesto al calor. Una pequeña aclimatación al frío ocurre como a una semana de exposición, pero una aclimatación total puede llevar meses o años. Una aclimatación completa no protege totalmente de las condiciones extremas de calor o frío; sin embargo, los individuos que están aclimatados toleran mejor las condiciones extremas que los que no lo están.

5.4 Medición de la insolación:

El proceso básico de transferencia de calor está influenciado por los efectos de insolación causados por la ropa. Esta insolación es medida por la unidad CLO, la cual es una medida de la insolación térmica necesaria para mantener en confort a un sujeto sentado descansando en un cuarto normalmente ventilado a 21° C y a 50% de humedad relativa.

Una persona desnuda se encuentra confortable a una temperatura de 30° C; una unidad CLO debe producir la misma sensación a 21° C. Una CLO es muy difícil de cuantificar para los requerimientos de insolación; la caída de 12° C es equivalente a la insolación causada por una vestimenta normal de un hombre.

5.5 Sensación de confort térmico:

El concepto de confort térmico es muy subjetivo; primero porque cada individuo tiene diferente metabolismo; por otro lado el confort puede ser influenciado por la actividad que se realiza, la ropa y la estación del año. La ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating & Air Condition Engineers), en 1981 estableció unos estándares de confort para áreas sombreadas, que son mostrados en la figura 5.3.

Muestra también la influencia del nivel de actividad y de la ropa que se trae, con la sensación de confort.

5.6 Molestias por calor:

5.6.1 Efectos psicológicos:

Uno de los efectos más directos por las molestias por calor es en la temperatura del cuerpo. Así como hay diferentes temperaturas en el cuerpo, como la oral, la rectal y la de la piel, la relación entre éstas es relativamente limitada, excepto bajo condiciones de un alta temperatura y humedad. La temperatura rectal es considerada generalmente como la temperatura representativa del interior del cuerpo. Las molestias por calor usualmente son acompañadas por incremento en la temperatura rectal.

5.6.2 Molestias por calor y desempeño:

La relación entre molestias de calor y desempeño son realmente complicadas; los efectos están relacionados en parte por el tipo de actividad que se realiza.

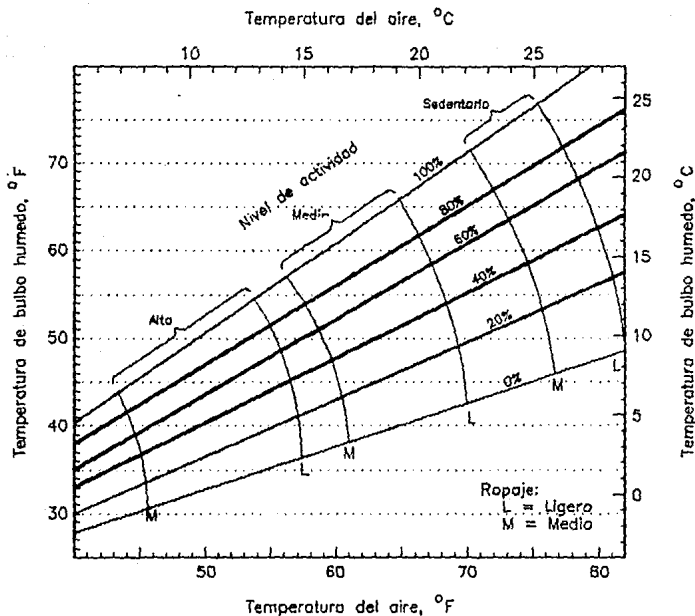


Figura 5.3

Líneas de confort para personas empleadas en tres niveles de actividad, con ropaje ligero (0.5) y ropaje medio (1.0). Estos datos son para aire a baja velocidad.

5.6.3 Trabajo físico:

Los efectos de las molestias por calor en el desempeño de un trabajo físico están poco documentados. En un estudio hecho por Meese (1984) acerca de la simulación de desempeño de tareas de fábrica, se vio que la actividad se deterioraba sobre la condición de calor de 38° C, en contraste con la temperatura de 32° C o menor, a la cual era normal el desempeño.

5.6.4 Tareas de atención y de demanda:

En muchos trabajos la demanda física es relativamente limitada; pero la atención es sustancial. Hancock (1981) sintetizó los efectos de calor en el desempeño de personal en 3 tipos de trabajo: *trabajo mental y cognoscitivo, trabajo de seguimiento y tareas complejas y duales*. Su síntesis consiste en determinar el tiempo de tolerancia en que las gentes desempeñan su trabajo bajo determinadas condiciones térmicas. El resultado de esta síntesis se muestra en la figura 5.4.

Cada curva tiene una línea de misma tolerancia, por lo cual se muestran varias combinaciones de tiempo de exposición y temperaturas efectivas, que son igualmente toleradas por los sujetos. Se incluye un límite psicológico de exposición.

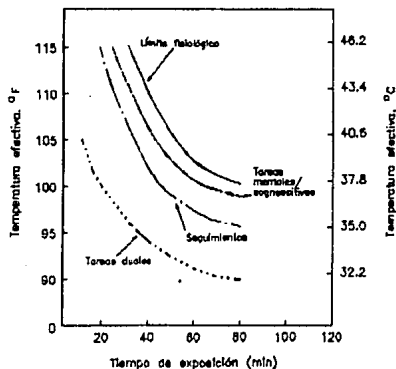


Figura 5.2

Curvas de misma tolerancia para tres tipos de actividades y la tolerancia fisiológica, basadas en una síntesis de datos obtenidos en varios estudios.

5.6.5 Límites de la exposición al calor:

Diferencias individuales en la tolerancia al calor, el tipo de trabajo, la ropa, la circulación de aire y otras variables hacen imposible el definir límites exactos de tolerancia al calor, y diferenciar entre seguro e inseguro; bajo estas consideraciones los límites de exposición al calor se pueden considerar aproximados. En la figura 5.5 se muestran algunos límites recomendados.

Estas recomendaciones especifican la *exposición al calor permisible*, valuando los límites en unidades WBGT ($WBGT = 0.3 TBS + 0.7 TBH$), para diferentes trabajos y diferentes calendarios de descanso. Los límites representan las condiciones bajo las cuales el 95% de la población de trabajadores puede ser expuesto sin sufrir efectos nocivos para la salud.

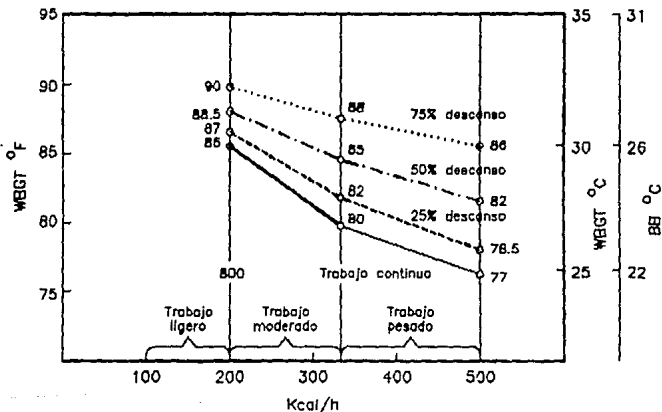


Figura 5.5

Límites WBGT recomendados que pueden ser permisibles para varias cargas de trabajo, para trabajo continuo durante una jornada y para condiciones específicas de descanso.

La curva más baja (la de trabajo continuo) representa la temperatura a la cual varios trabajos pueden llevarse a cabo en un día de labor sin un periodo de descanso; las otras curvas representan condiciones bajo las cuales deben tomarse periodos de descanso igual al 25, 50 ó 75% de cada hora durante el día de trabajo.

La OSHA (The Occupational Safety & Health Administration) recomienda estos límites, y aparte otra tabla, en donde involucra la velocidad del aire.

**TEMPERATURAS GLOBALES DE BULBO HUMEDO MAXIMAS RECOMENDADAS
PARA VARIOS TRABAJOS Y VELOCIDADES DE AIRE:**

CARGA DE TRABAJO	VELOCIDAD DEL AIRE	
	BAJO	ALTO
	POR ABAJO DE 1.5 [m/s]	1.5 [m/s] ó más
Ligero (200 kcal/h ó menos)	30.0 ° C	32.2 ° C
Moderado (201 a 300 kcal/h)	27.8	30.6
Pesado (más de 300 kcal/h)	26.1	28.9

5.7 Reducción de las molestias por calor:

Algunos métodos para reducir las molestias por calor son por ejemplo: reducir la temperatura del aire, la temperatura de pared, la humedad (cuando es factible); incrementar la circulación de aire; reducir la carga de trabajo (en el caso de tareas físicas, cuando se pueda); introducir tiempos de descanso; empleo de vestimenta ligera. Además se tienen algunos desarrollos interesantes en cuanto a sistemas de enfriamiento para usarse en ambientes muy calientes, como en altos hornos o en minas profundas; esto incluye sistemas de enfriamiento de aire, cámaras con hielo, etc.

5.8 Frío:

5.8.1 Efectos psicológicos:

La exposición a ambientes fríos provoca la falta de sangre en la superficie del cuerpo. Esta respuesta de protección causa una baja en la temperatura de la piel, y puede causar estremecimientos. Una exposición continua puede provocar congelamiento, sobre todo en las extremidades. Una disminución en la temperatura rectal del cuerpo por debajo de los 35° C es considerada crítica para sobrevivir.

5.8.2 Sensaciones subjetivas del frío:

Todos hemos experimentado sensaciones molestas a causa del frío; parte de estas sensaciones están relacionadas con la temperatura de la piel, como se puede ver en la siguiente tabla:

SENSACIONES SUBJETIVAS ASOCIADAS CON LA TEMPERATURA DE LA PIEL:

SENSACION	TEMPERATURA PRINCIPAL	TEMPERATURA EN LA PIEL DE LAS MANOS
Confortable	33.3 ° C	
Frío molesto	31.0	20.0 ° C
Frío estremecedor	30.0	
Extremadamente frío	29.0	15.0
Dolor total		5.0

5.8.3 Desempeño bajo condiciones de frío:

Los efectos del frío en el desempeño de varios tipos de actividades humanas no son todavía entendidos del todo, y en ciertos eventos es algo bastante intrincado. Algunos de los factores que intervienen en el entendimiento de estas reacciones son el tipo de *tarea o función que se realice*, la interacción de la temperatura del aire, humedad, flujo de aire y radiación, durante la exposición; si el cuerpo está siendo calentado o enfriado; el rango de enfriamiento; la diferencia de exposición en diferentes partes de la anatomía (p.ej. el cuerpo frente a las manos); aclimatación; y diferencias individuales.

5.8.4 Desempeño manual:

- . El desempeño manual es afectado por el frío. El deterioramiento del desempeño manual está asociado con la disminución de la temperatura de la piel de la mano.
- . Este desempeño en parte está asociado con el rango de enfriamiento (si la temperatura baja súbitamente, las funciones no se ven tan afectadas como si esta disminución es paulatina).
- . Los movimientos que involucran a los dedos son más afectados.
- . El límite inferior para el desempeño de una tarea es todavía cuestionado. En términos de la temperatura de manos (entre 13 y 18° C), se puede considerar un límite, aunque se puede todavía bajar más. En términos de temperatura ambiental, una disminución hasta 1.7° C se considera bajo.
- . Una tarea de seguimiento se ve afectada cuando la temperatura está entre 4 y 13°C.

5.8.5 Tiempo de reacción:

No hay una evidencia sistemática de que el tiempo de reacción sea afectado por el frío; sin embargo, los errores en el tiempo de reacción de una serie de actividades se incrementan conforme éste aumenta. Probablemente son más atribuidos a factores cognoscitivos que a efectos de respuestas físicas requeridas.

5.8.6 Actividad mental:

Las evidencias acerca de los efectos del frío en la actividad mental es ambigua. Algunos investigadores han encontrado que virtualmente no hay efectos; sin embargo, otros piensan que la temperatura óptima del aire para la actividad mental es de 15 a 17° C. Por debajo de estos niveles se tienen algunos deterioramientos.

5.8.7 Mantenimiento de confort y desempeño en el frío:

Cuando la gente está en lugares fríos, los esfuerzos deben ser máximos para optimizar el confort, cuando sea relevante el desempeño bajo estas condiciones.

5.9 Efectos térmicos de la ropa:

La protección del cuerpo con la *ropa apropiada* es importante en cualquier evento. El uso de ropa caliente puede aumentar la tolerancia a condiciones de frío. Cuando se piense en ropa de trabajo para condiciones de frío, se debe tener especial cuidado con la *protección de los pies*, ya que se ha visto que aunque se tenga una buena protección en el cuerpo, si se descuidan los pies se sigue teniendo sensación de molestia por frío.

6 ILUMINACION

6 ILUMINACION:

El diseño de sistemas artificiales de iluminación tiene gran impacto en el funcionamiento y en el confort en aquellos usuarios del ambiente, así como en la respuesta que tiene la gente dentro de este medio ambiente. La ingeniería de iluminación es tanto un arte como una ciencia. Los aspectos científicos incluyen la medición de varios parámetros de iluminación y el diseño de sistemas eficientes de ahorro de energía. El aspecto artístico involucra la combinación de luces, así como las diferentes fuentes de luz.

En años recientes se ha escrito mucho acerca de la iluminación adecuada para áreas de trabajo donde hay información en forma visual, ya que *propicia un mayor desempeño*.

6.1 Medición de la luz:

Hay muchos conceptos y términos relacionados con la medición de la luz (*fotometría*). Definiremos algunos de ellos y mostraremos sus interrelaciones.

Una fuente de confusión en la fotometría es la gran cantidad de diferentes unidades de medición usadas. Parte de este problema es debido a la existencia de *dos sistemas de medición*, el americano y el sistema internacional.

La unidad fundamental de medición de la fotometría es el flujo luminoso, el cual es la energía luminosa emitida por una fuente. La unidad del flujo luminoso es el *lumen* [lm].

El concepto de flujo luminoso es algo esotérico, ya que es similar a un flujo de galones por minuto. El tiempo está implicado en la unidad de flujo luminoso; por esto se dice que la luz emitida por una lámpara incandescente de 100 W es de 1740 lm. La intensidad luminosa de una fuente de luz es medida en lumens emitidos por la fuente por unidad de ángulo sólido (el ángulo sólido se mide en *steradianes* [sr]); una esfera tiene 12.57 sr. La unidad de la intensidad luminosa es la *candela* [cd]. Una fuente de una candela emite 12.57 lumens.

La cantidad de iluminación que choca contra una superficie, proveniente de una fuente luminosa, se calcula por:

$$\text{Iluminación (lx)} = \frac{\text{emisión de la fuente [cd]}}{p^2}$$

Siendo D la distancia desde la fuente, en [m]

Por ejemplo, a 2 m , una fuente de 1 cd produciría 1/4 lx.

Ya que se tiene la cantidad de luz que recibe una superficie, nos preguntamos qué pasa con esta luz recibida. Alguna se absorbe y otra es reflejada. La luz que se refleja es la que nos permite ver los objetos, su forma y su color. La cantidad de luz por unidad de área que deja una superficie es llamada *luminiscencia*. La luz que sale de la superficie de un cuerpo puede ser *emitida por el mismo cuerpo*, como las lámparas de luz fluorescente, o *reflejar la de otra fuente ajena*.

La cantidad de luz puede ser medida en términos de *flujo luminoso* [lm] o en *intensidad luminosa* [cd]. Cuando la cantidad de luz es medida en candelas y el área en metros cuadrados, la unidad en el sistema internacional para luminiscencia es: *candela por metro cuadrado* [cd/m²].

El ratio de la cantidad de luz (flujo luminoso) reflejado en una superficie (luminiscencia), a la cantidad de luz que recibe una superficie (iluminación) es llamado *reflectancia*. La fórmula para la reflectancia depende del tipo de unidades que se usen; para una *superficie perfectamente difusa*, en sistema internacional es:

$$\text{Reflectancia} = \frac{\text{flujo } \times \text{ luminiscencia [cd/m}^2\text{]}}{\text{iluminación [lx]}}$$

En el sistema internacional se puede ver que en una superficie perfectamente difusa la reflectancia es igual a 1. Cuando la superficie no es perfectamente difusa, la reflectancia es reemplazada por un *factor de luminiscencia* (menor a 1). Este factor de luminiscencia es el ratio de la luminiscencia sobre la superficie vista, desde una posición particular, e iluminado de una manera específica, a la luminiscencia de la reflectancia difusa de una superficie blanca vista, desde la misma dirección y con la misma iluminación.

6.2 Lámparas y luminarias:

Lámpara es una *fuentes artificial de luz*.

Luminaria es una o varias lámparas juntas, como parte de un diseño en la distribución de luz.

6.2.1 Lámparas:

Existen 2 clases principales de lámparas:

- . De *filamento incandescente*, en las cuales la luz es producida por el paso de la corriente eléctrica a través del filamento, o por combustión de gases, como las lámparas usadas en campamentos.
- . De *descarga de gas*, en las cuales la luz es producida por el paso de corriente eléctrica a través del gas. Son de 3 tipos: descarga de alta intensidad (mercurio, sodio a alta presión.); sodio a baja presión, lámparas fluorescentes.

En el caso de lámparas fluorescentes, la radiación creada por el paso de la corriente eléctrica a través del gas es invisible al ojo humano (radiación ultravioleta). Esta radiación, sin embargo, es usada para excitar el fósforo que está en la superficie, el cual produce la radiación visible. Diferentes fósforos pueden crear diferentes colores de iluminación.

6.2.2 Color de lámparas:

Los diferentes tipos de lámparas difieren en base a sus características de *distribución espectral*, o como se llama comúnmente, color. En la figura 6.1 se muestra una distribución representativa de varios tipos de lámparas. Estas diferencias pueden afectar la manera de realizar las tareas, y en la impresión subjetiva que tengan las personas en el ambiente de iluminación. La CIE (Comisión Internacional de iluminación, por sus siglas en francés), ha desarrollado el *índice de rendimiento de los colores* (IRC), para cuantificar la exactitud con la cual una fuente específica de luz suministra colores. Aunque el IRC da de groso modo el suministro de colores, se puede considerar como un buen indicador en cuanto a las expectativas de funcionamiento en tareas donde intervenga el color de una manera decisiva. Si el IRC se incrementa, los errores por apreciación de color disminuyen.

Un estudio hecho en 1978 mostró que los sujetos tenían una menor cantidad de errores a la hora de discriminar colores bajo cierto tipo de lámparas; además, los sujetos prefirieron lámparas de un color blanco frío (5000 K), en términos de *claridad y brillantez*.

Otro estudio mostró que trabajadores manipulaban más rápidamente bajo *luz fluorescente*, con un menor grado de error en cuanto a exactitud, que bajo lámparas de luz incandescente por filamento de tungsteno. Esto puede ser debido a la diferente distribución de luz, como de color. Las lámparas fluorescentes tienden a producir *luz más difusa y con menos resplandor* que las lámparas incandescentes.

Distribución Espectral (Diagrama cromático)

Mercurio Incandescente

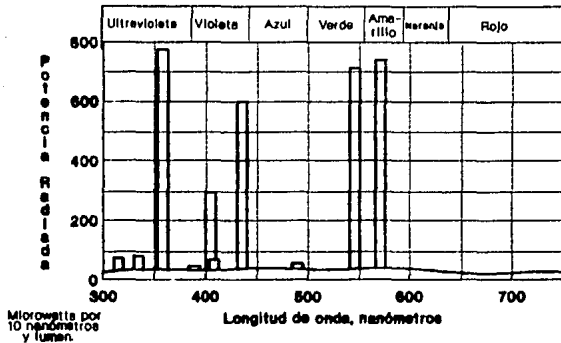


Figura 6.1 a

Distribución Espectral (Diagrama cromático)

Sodio alta presión

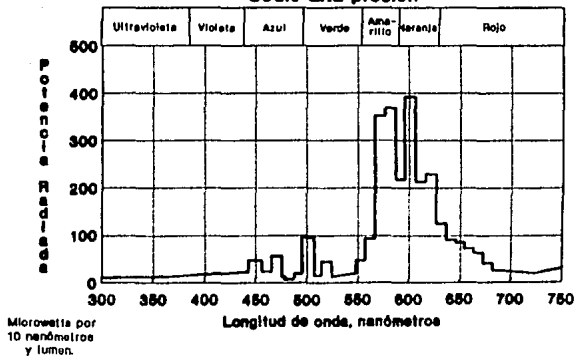


Figura 6.1 b

Distribución Espectral (Diagrama cromático) Luz blanca fría fluorescente de lujo

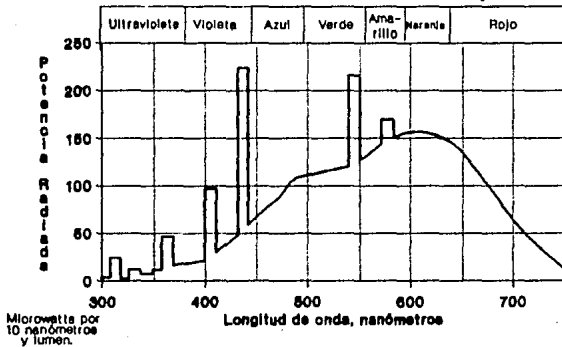


Figura 6.1 c

Distribución Espectral (Diagrama cromático) Luz blanca fría fluorescente

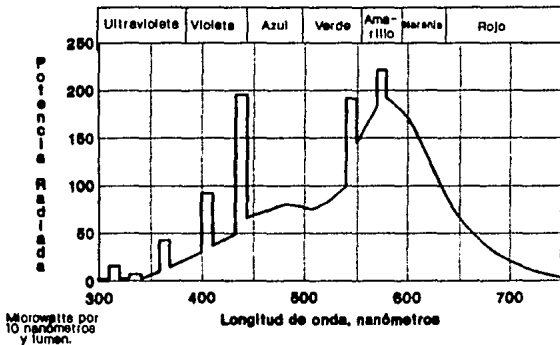


Figura 6.1 d

6.2.3 Consideraciones energéticas:

Hoy en día la *conservación de la energía* se ha convertido en una meta principal en el diseño de sistemas, y ésto es especialmente cierto en el diseño de sistemas de iluminación. La eficiencia de las fuentes de luz, llamada *eficiencia de la lámpara*, es medida en términos de la cantidad de luz producida (lumens) por unidad de potencia consumida (watts).

En la figura 6.2 se muestran valores típicos de eficiencias para diferentes fuentes luminosas.

Como se puede ver, una buena selección de fuentes luminosas puede darnos como resultado un ahorro sustancial en energía y costo.

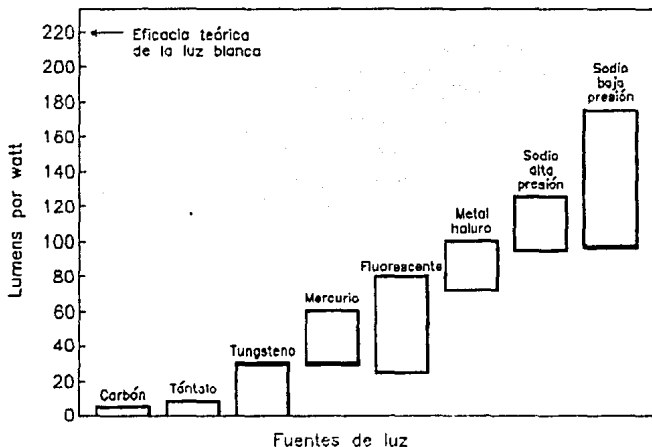


Figura 6.2

Rangos de eficacia de lámparas de fuentes comunes de luz

6.3 Luminarias:

Las luminarias se pueden clasificar en 5 categorías, basadas en la proporción de luz (lumens) que emiten sobre o debajo de la horizontal. (ver figura 6.3).

Al seleccionar un tipo de luminaria se debe considerar la distribución de luz, el reflejo, la tarea a iluminar, sombras y la eficiencia energética. Varios mecanismos pueden ser incorporados dentro de las luminarias para controlar la distribución de luces, incluyendo lentes, difusores, pantallas y reflectores. Escoger una luminaria eficiente es una decisión compleja y debe ser hecha por personas calificadas y con experiencia, después de un análisis de las necesidades de iluminación y de las condiciones físicas del medio ambiente.

6.4 Concepto de visibilidad:

El concepto de visibilidad se refiere a *qué tan bien se puede ver algo* por el ojo humano. Como se puede ver, la visibilidad involucra mucho el juicio humano.

No existe un mecanismo que mida la visibilidad directamente; siempre hay humanos involucrados en esta determinación. Un factor que influye en la visibilidad de cierto blanco es el fondo en el que se encuentra el mismo, o sea, *el contraste*. Sin embargo, el contraste está relacionado con visibilidad; pero no es lo mismo que visibilidad.

6.4.1 Medición de la visibilidad:

Para determinar el nivel de visibilidad de un blanco, se debe comparar contra algún *estándar de visibilidad*. Este estándar puede ser especificado en términos del blanco, de la iluminación del medio y de la información requerida para realizar la tarea deseada. El escoger estas condiciones es algo arbitrario; pero gracias a investigaciones llevadas a cabo por Blackwell (1959, 1961, 1964, 1967; Blackwell & Blackwell, 1968, 1971), el estándar para un blanco se ha convertido en un *disco uniformemente iluminado*, el cual es sostenido a un ángulo visual de 4 min (aproximadamente 1.1 mm a una distancia de 1 m), presentado en pulsos de 0.2 segundos, en una pantalla uniformemente iluminada. El objeto de la prueba es *detectar la presencia del disco*; los pulsos son usados para simular la manera en la cual se recibe la información visual.

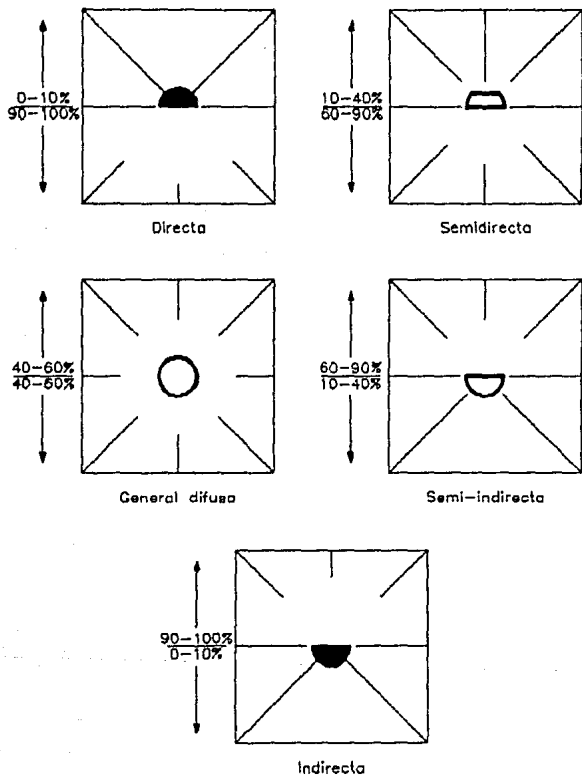


Figura 6.3

Tipos de luminarias, basado en la proporción de lumens emitidos por encima y por debajo de la horizontal

Blackwell determinó el *umbral de visibilidad* para un blanco estandarizado; esto es, el punto al cual los sujetos podían detectar en un 50% de las veces el blanco, cuando estaba éste presente.

6.4.2 Escala de visibilidad:

Dando el contraste de 4 minutos para un disco luminoso y la iluminación en un fondo, se puede determinar el *nivel de visibilidad* NV, que es el grado para el cual el blanco se ve por encima del umbral de visibilidad, expresado en múltiplos del umbral de visibilidad: NV 2, NV 3.4, etc.

Estos valores tienen el defecto de que se trata de valores obtenidos en un laboratorio; pero resulta difícil pasar los resultados a casos de la vida real, en donde las condiciones no son las que hay en los lugares de experimentación.

6.5 Efectos de la luz en el desempeño de tareas:

La iluminación no produce directamente un aumento en la productividad, pero sí facilita que el trabajador labore en mejores condiciones, lográndose así una *mejora sustancial en la producción*.

Investigaciones tanto de campo como en el laboratorio llevan a la conclusión de que de acuerdo al incremento en el nivel de iluminación son los resultados que se obtienen en el desempeño de las labores, desde pequeños mejorados hasta llegar a un punto óptimo, con el nivel de iluminación para lograr el mejor contraste o para distinguir detalles.

Aunque se puede tener una buena iluminación, no es el único factor determinante para aumentar el rendimiento en el trabajo, ya que también *incrementando el contraste o los tamaños* se puede tener una mejor respuesta. Teniendo una buena iluminación pero un mal contraste, o piezas demasiado pequeñas, no se logra una adecuada visibilidad.

Por lo tanto, se debe tener en cuenta la iluminación, contraste, tamaño de las piezas manipuladas, etc.

6.6 Determinación del nivel de iluminación:

El problema de determinar el nivel de iluminación que se debe dar a una cierta actividad ha traído problemas a los ingenieros en iluminación, psicólogos, y otros, por muchos años.

Los niveles de iluminación recomendados continuamente se han ido incrementando. Los actuales niveles recomendados son cerca de cinco veces más grandes que los recomendados hace 30 años para una misma tarea.

Una manera de determinar el nivel de iluminación es el basado en el trabajo de Blackwell, ya comentado.

Debido a muchas inexactitudes en el método de Blackwell, la IES (Illuminating Engineering Society) adoptó una manera más sencilla para determinar los niveles mínimos de iluminación. La aproximación se basa en *consensos entre expertos en iluminación*, en cuanto a lo que ellos consideran adecuado. Es un método más sencillo, pero muy subjetivo.

El primer paso en el proceso es identificar el tipo de actividad que se va a desempeñar en el área para el cual las recomendaciones de iluminación se van a dar. El manual de iluminación de la IES contiene tablas listando varios tipos de tareas, haciendo referencia a las categorías de la iluminación mostrada. Un ejemplo de estas tablas es la siguiente; contiene suficiente información para dar una idea de lo que envuelve cada categoría. Se debe notar que las categorías de la A a la C no envuelven categorías visuales. Cada categoría tiene un rango (bajo-medio-alto) de iluminación. Para decidir cuál de los tres valores escoger, uno debe utilizar un factor de corrección, mostrado en la tabla.

6.6.1 NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA TRABAJO EN INTERIORES.

CATEGORIA	[FOOT CANDLE]	RANGO DE TIPOS DE ACTIVIDAD ILUMINACION
A	20-30-50* (2-3-5)*	Áreas públicas con alrededores oscuros.
B	50-75-100* (5-7.5-10)*	Orientación simple para visitas temporales cortas.
C	100-150-200* (10-15-20)	Espacios de trabajo donde las tareas visuales son desempeñadas ocasionalmente.
D	200-300-500x (20-30-50)x	Desempeño de tareas visuales con altos contrastes o tamaños grandes. P.ej. leyendo originales, escribiendo a mano con tinta y buena serigrafía.
E	500-750-1000x (50-75-100)x	Desempeño de tareas visuales con contraste medio o tamaños pequeños. P.ej. leyendo escritos hechos con lápiz, impresiones pobres o material reproducido.
F	1000-1500-2000x (100-150-200)x	Desempeño de tareas visuales con bajo contraste o tamaños muy pequeños. P.ej. leyendo manuscritos hechos con lápiz en papel de mala calidad o pobremente reproducido, inspecciones difíciles.
G	2000-3000-5000> (200-300-500)>	Desempeño de tareas visuales, con bajo contraste, tamaños muy pequeños, por un periodo prolongado. P.ej. un ensamble muy detallado; inspecciones muy difíciles.
H	5000-7500-10000> (500-750-1000)>	Desempeño de una muy prolongada y exacta tarea visual. P.ej. la inspección más difícil, el más detallado ensamble.
I	10000-15000-20000> (1000-1500-2000)>	Desempeño en tareas visuales muy especializadas con contrastes extremadamente bajos y tamaños muy pequeños. P.ej. procedimientos quirúrgicos.

* = iluminación general a través del cuarto.

x = iluminación de la tarea.

> = iluminación de la tarea obtenida por la combinación de la iluminación general y de iluminación local suplementaria.

6.6.2 FACTORES DE PESO QUE DEBEN SER CONSIDERADOS EN LA SELECCION DE UN NIVEL ESPECIFICO DE ILUMINACION PARA CADA CATEGORIA DE LA TABLA ANTERIOR:

TAREA Y CARACTERISTICAS DEL TRABAJADOR	-1	PESO 0	+1
Edad	Menos de 40	40 - 55	arriba de 55
Velocidad o precisión.	no importa	importa	critica
Reflectancia en el fondo de la tarea.	Mayor de 70%	30% - 70%	menos del 30%

Para cada característica de la tabla, se le asigna un peso (-1, 0, +1). Esos pesos son sumados algebraicamente para obtener el *factor total de pesos FTP*; por ejemplo $+1 -1 = 0$. Sin embargo, de las categorías de la A a la C, como no envuelven tareas visuales, la corrección por velocidad o precisión no es usada. El promedio de reflectancia en el cuarto, paredes y piso son usadas más que la reflectancia del fondo de la tarea.

Las siguientes reglas son utilizadas para seleccionar el valor bajo, medio o alto en la categoría:

Categorías de la A a la C:

FTP = -1 ó -2	usar el valor bajo
FTP = 0	usar el valor medio
FTP = +1 ó +2	usar el valor alto

Categorías de la D a la I:

FTP = -2 ó -3	usar el valor bajo
FTP = -1, 0, +1	usar el valor medio
FTP = +2 ó +3	usar el valor alto

Este sistema también puede ser usado si es conocido el valor de contraste equivalente en la tarea. Existe una tabla en el manual de iluminación de la IES que indica las categorías de iluminación para cualquier valor equivalente de contraste. El cálculo y uso de los valores de corrección es el mismo.

La IES recomienda niveles mínimos de iluminación por seguridad (como oposición al eficiente desempeño visual de tareas). Estos valores son mostrados en la siguiente tabla:

6.6.3 NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA PROPOSITOS DE SEGURIDAD:

NIVEL DE ACTIVIDAD	DETECCION VISUAL DE SITUACIONES DE PELIGRO.			
	BAJO		ALTO	
	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO
Niveles de iluminación recomendados (lx)	5.4	11	22	54

En cuanto a la seguridad, se debe uno preguntar cuánta luz es necesaria para permitir a la gente *encontrar la salida* de un edificio durante una emergencia. Jachinski (1982) simuló un escape bajo varios niveles de luz de emergencia. Encontró que el tiempo de escape y la capacidad mental disponible empeora en relación a cómo disminuyen los niveles de iluminación por debajo de 2 lx.

Se recomienda un *mínimo* de 4 lx como *iluminación de emergencia*.

En ocasiones es más adecuado no tener los niveles más altos de iluminación, ya que *se pierden detalles* que solamente pueden ser vistos con niveles más bajos. El encontrar el nivel apropiado depende de la experiencia.

6.7 Distribución de la luz:

Es de importancia considerar también la distribución de la luz y sus efectos en el confort visual y en el desempeño de tareas. El ojo se adapta a la iluminación del medio ambiente; si hay grandes diferencias de iluminación entre áreas de trabajo, el ojo debe adaptarse a estos diferentes niveles. Esta adaptación reduce la visibilidad momentáneamente en lo que el ojo se adapta al nuevo nivel de iluminación. Además, grandes diferencias de iluminación pueden ser fuentes de brillo y causas de molestias a la vista.

6.7.1 Radio de iluminación:

Es el radio de iluminación entre dos áreas en un campo visual. La IES recomienda como máximos radios de iluminación para oficinas y otros tipos de lugares de trabajo similares, los siguientes:

Tarea:	alrededores	3 : 1
	áreas oscuras lejanas	10 : 1
	áreas luminosas lejanas	1 : 10

6.7.2 Reflectancias:

La distribución de la luz a través de un cuarto no es sólo función de la cantidad de luz y de la colocación de luminarias, sino que también influye la *reflectancia* de las paredes, techos y otras superficies del cuarto. La cantidad de caídas de iluminación en una superficie de trabajo, como un escritorio, está dada por una componente directa (p.ej. cantidad de iluminación que incide sobre la superficie directamente desde la fuente de luz) y la componente reflejada (p.ej. la iluminación reflejada de las paredes, techos, etc.).

Para maximizar la iluminación en una superficie de trabajo es deseable usar paredes de *color claro*, así como techos y otras superficies. Así también áreas con alta reflectancia en el campo visual que pueden ser fuentes de reflejo de brillos.

Por ésta y por otras razones (incluyendo consideraciones prácticas), la reflectancia en superficies en un cuarto generalmente se incrementa del piso al techo.

La figura 6.4 ilustra las recomendaciones de la IES en cuanto a los rangos aceptables de reflectancia.

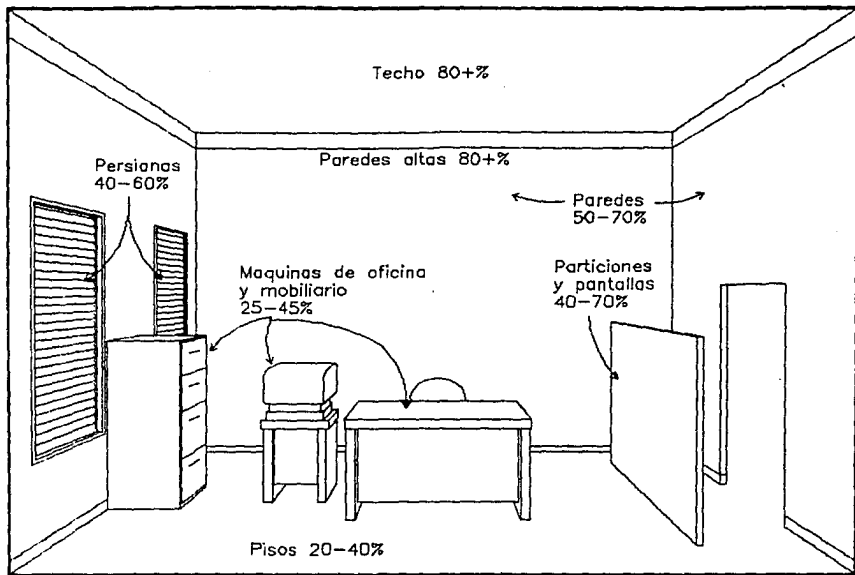


Figura 6.4

Reflectancias recomendadas para las superficies de la habitación y el mobiliario en una oficina.

6.8 Brillo

Es producido por el exceso de iluminación que se tiene en un campo visual, el cual causa *molestias* y *pérdida de visibilidad* al ojo humano. El brillo directo es causado por fuentes de luz en el campo de visión, y el brillo reflejado es causado por luz que viene de reflejos de una superficie en el campo visual.

El brillo reflejado puede ser *especular* (p.ej. una superficie lisa, con terminado a espejo), *esparcido* (superficies cepilladas, granalladas, etc.), *difuso* (p.ej. una superficie plana pintada, o una superficie mate), o *compuesto* (combinación de las tres primeras).

El brillo es clasificado de acuerdo a los efectos en el observador. Tres tipos son reconocibles: *brillo molesto*, el cual produce molestias, pero no necesariamente interfiere con el desempeño visual o con la visibilidad; *brillo incapacitante*, reduce el desempeño visual y la visibilidad, y va acompañado de molestias; por último, *brillo cegador*, que es tan intenso que por un largo tiempo después de ser removido, los objetos no pueden ser vistos (ver figura 6.5).

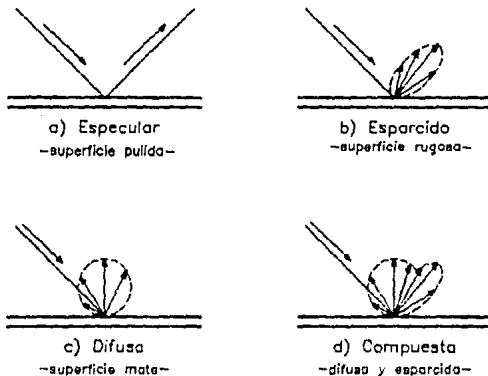


Figura 6.5
Tipos de reflexión

6.8.1 Brillo molesto:

Es una sensación de molestia o dolor causado por la alta o no uniforme distribución de brillantez en un campo visual. El brillo molesto puede estar acompañado por el brillo incapacitante, pero es un fenómeno diferente. El proceso por el cual el brillo causa molestia no está bien entendido, pero se cree que está relacionado con la *contracción de la pupila* expuesta al brillo de la fuente luminosa.

La IES ha adoptado un procedimiento para medir el *rango de un brillo molesto por luminarias en el interior de un espacio RBM*. El RBM es una estimación numérica de la capacidad del número de luminarias en un arreglo dado que producen molestia. Las variables consideradas para obtener RBM son la iluminación promedio en el campo visual, tamaño, y posición de las fuentes de luz. Los datos obtenidos son números más o menos arbitrarios, pero se pueden convertir a la *probabilidad de confort visual PCV*. El PCV se calcula asumiendo que la gente está mirando horizontalmente desde una posición sentada y desde el centro de la parte posterior del cuarto (la posición menos ventajosa). La IES considera un PCV de 70 (el 70% de las personas consideran que en este punto se está confortablemente) como satisfactorio, para un punto con brillo molesto.

6.8.2 Brillo incapacitante:

El brillo que interfiere directamente con la visibilidad y con el desempeño visual es el que se conoce como brillo incapacitante. Trotter (1982) distinguió 2 causas del brillo incapacitante: la *luminosidad del velo intraocular* y la *adaptación pasajera*. La luz que entra al ojo es esparcida en todo el globo ocular por "inhomogenitis", en los lentes y en los fluidos que llenan el globo ocular. El esparcimiento de la luz crea "la iluminación del velo" en la retina y reduce el contraste de un blanco que es visto; el efecto es un lavado de la imagen. Cualquier fuente de luz directa o reflejada, en cualquier campo visual, causa alguna iluminación del velo en la retina. El efecto en la visión es función de la intensidad de la fuente de brillo y del ángulo de la fuente con respecto a la línea de visión. A un menor ángulo hay un mayor efecto en la visibilidad.

Hay una tendencia del ojo de voltear hacia una luz brillante. Este fenómeno se llama *fatotropismo*. Dueños de tiendas y diseñadores de vidrios para tiendas de departamentos toman ventaja de esta tendencia humana cuando dirigen luz brillante hacia un punto particular de la tienda o de una ventana. Esto es un ejemplo de los aspectos artísticos de la ingeniería de iluminación.

El fatotropismo, sin embargo, puede tener efectos negativos en el desempeño de tareas y en el de seguridad si llega a provocar que se *distriga la vista* de la actividad que se está realizando.

Un ejemplo de esto es una máquina herramienta, en la cual el brillo distrae al operador del punto de corte; quitando este brillo, el operador se concentra exclusivamente en el área de corte.

Como resultado del fototropismo, el ojo que está viendo una fuente de brillo empieza a adaptarse a niveles más altos de iluminación, lo que es llamado *adaptación pasajera*. Esto provoca que se reduzca la sensibilidad del ojo a la luz. Cuando una persona mira atrás de la tarea que está realizando, el ojo es menos sensitivo, y la visibilidad se reduce. Es como cuando se va al teatro en un día brillante, y al momento de entrar se pierde la visibilidad, que se recupera después de un cierto tiempo. Las *ventanas* son una buena fuente de brillo incapacitante y requieren una adaptación pasajera, ya que los niveles de iluminación pueden ser mil veces mayores que los niveles normales.

6.8.3 Reducción del brillo:

- Para reducir el brillo directo de luminarias:

1. Seleccionar luminarias con bajo RBM.
2. Reducir la iluminación de fuentes de luz (p.ej. usando muchas luminarias de baja intensidad en lugar de pocas de mucha intensidad).
3. Poner luminarias tan lejos como se pueda de la línea de visibilidad como sea factible.
4. Incrementar la iluminación en las áreas alrededor de una fuente de brillo, ya que el radio de iluminación se reduce.
5. Usar pantallas para luz, lentes difusores, filtros, caretas, vidrios polarizados y cubiertas.

- Para reducir el brillo directo de ventanas:

1. Usar ventanas que estén colocadas a cierta distancia sobre el suelo.
2. Colocar marquesinas sobre las ventanas.
3. Construir aletas verticales (tipo persiana) para que la ventana se extienda dentro del cuarto (para restringir la línea directa de vista hacia la ventana).
4. Instalar lámparas alrededor de las ventanas, para minimizar el contraste con la luz proveniente de la ventana.
5. Usar persianas, cortinas, etc.

- Para reducir el brillo reflejado:

1. Tener el nivel de iluminación de las luminarias tan bajo como sea posible.
2. Proveer de un buen nivel de iluminación general (con muchas pequeñas fuentes de luz, y uso de luces indirectas).
3. Emplear luz difusa, luz indirecta, deflectores, etc.
4. Poner las fuentes de luz o las áreas de trabajo en donde la luz reflejada no incida directamente sobre el ojo.
5. Emplear superficies que difundan la luz, como superficies pintadas, papel, etc.



7 RUIDO

7 RUIDO:

El ruido se ha convertido con el paso del tiempo en un factor importante en el trabajo y en la vida cotidiana, hablándose ya hoy en día de la "contaminación por ruido" y de sus consecuencias en la salud.

Aunque el ruido ha sido comunmente señalado como "sonidos no deseados", una buena definición, más exacta, es la que da Burrows (1960), en la cual dice que el ruido "*Es el estímulo auditivo, el cual no tiene relación en cuanto a información con la actividad que se esté realizando*".

7.1 Niveles de ruido:

El oído humano no es igual de sensible para todas las frecuencias de sonido. En general, somos *menos sensitivos a frecuencias bajas* (por debajo de los 1000 Hz) y *más sensitivos a frecuencias altas*. De esta manera un tono de baja frecuencia no suena tan molesto como un tono de alta frecuencia, teniendo los dos la misma intensidad. Otra forma de verlo es que un tono de baja frecuencia debe tener mayor intensidad que uno de alta frecuencia para causar el mismo malestar.

7.2 Indices Psico-Físicos:

La sensación de "volumen del ruido" es una experiencia subjetiva o psicológica relacionada tanto con la intensidad como con la frecuencia del sonido. Varios investigadores han tratado de desarrollar escalas o índices basados en propiedades físicas del sonido para medir esta experiencia psicológica; de allí el término *psico-físicos*.

7.3 Ruido y pérdida del oído:

Una de las consecuencias más graves del ruido es la pérdida del oído. Existen dos tipos de sordera: sordera nerviosa y sordera de conducción. La *sordera nerviosa* por lo general resulta del daño o degeneración de las células del órgano de corti, en la cochlea del oído, y se presenta con mayor regularidad a *frecuencias altas* que a frecuencias bajas. Una exposición continua a altos niveles de ruido trae por consecuencia una sordera nerviosa. Cuando la degeneración nerviosa ocurre, es difícil el remediarlo.

La *sordera de conducción* es causada por ciertas condiciones en el oído externo y medio, que afectan la transmisión de las ondas sonoras al oído interno; por ejemplo, infecciones en el oído medio, cerilla u otras sustancias en el oído externo, etc.; esta sordera *no es total*, y la gente que la padece puede escuchar aceptablemente bien en ciertos casos; también son muy útiles todas las ayudas que existen para minimizar esa sordera (fármacos, prótesis, etc.).

7.4 Pérdida del oído en el trabajo:

La pérdida de oído en el trabajo puede ser por exposiciones continuas o no al ruido. Después de una exposición a un medio continuo de ruido de suficiente intensidad hay una *pérdida temporal* del oído, la cual es recuperada unas pocas horas o días después de la exposición. Sin embargo, con un exceso de exposición al ruido, la capacidad de recuperación disminuye, y el sentido del oído se va volviendo cada vez menor, hasta llegar a una pérdida permanente.

7.5 Efectos psicológicos del ruido:

La pérdida permanente del oído es una consecuencia de un daño fisiológico al mecanismo del oído. La presencia de un ruido molesto puede causar una respuesta de sobresalto caracterizada por contracción muscular, parpadeo y movimientos bruscos de la cabeza, además de respiraciones largas y cortas, pequeños cambios en el ritmo cardíaco y dilatación de la pupila. Hay también una moderada contracción de los vasos sanguíneos en las regiones periféricas, particularmente en la piel. Todas estas respuestas son relativamente transitorias, y se vuelve a la normalidad rápidamente. Con una exposición repetida al ruido, la magnitud de estas respuestas iniciales se minimiza.

Se sabe que una alta exposición al ruido (de 95 dBA ó más) está asociada con estrés, y en la industria provoca serios problemas en el trabajo de los obreros.

7.6 Efectos del ruido en el desempeño:

Aunque las consecuencias que trae consigo el ruido en el desempeño no han sido del todo aclaradas, ya que mientras algunos estudios indican que es perjudicial, otros dicen que no hay efectos, a la vez hay los que dicen que sí ayuda al mismo. Esto se debe en parte a la variedad de pruebas que se pueden hacer para analizar los efectos del ruido en el desempeño de actividades. Pese a esto, se pueden sacar algunas conclusiones acerca de los efectos del ruido en el desempeño:

1. Con la posible excepción de tareas que involucran períodos cortos de memoria, el nivel de ruido requerido para obtener efectos en el desempeño es generalmente *arriba de los 95 dBA*.
2. En el desempeño de tareas simples y rutinarias puede ser que no se presenten efectos, y podría ser que hasta se presentaran mejoras como resultado del ruido.
3. Los efectos por ruido que deterioran la realización de una tarea están generalmente asociados con tareas continuas, sin pausas de descanso, y con tareas difíciles que demanden una alta capacidad de procesamiento de información.

Por otra parte, Broadbent (1976), de las investigaciones que realizó, encontró tres efectos producidos por el ruido:

1. Notó que bajo la presencia de ruido, ciertas decisiones son tomadas de manera más segura; por ejemplo, si una persona tiene que leer cierta información de un medidor, su respuesta de lo que leyó será más segura, aunque pueda ser correcta o no.
2. Broadbent también observó que bajo la presencia de niveles altos de ruido se crea un *foco de atención* hacia los aspectos más importantes de la actividad que se esté realizando. De esta manera se explican las mejoras que se tienen en tareas simples y rutinarias, ya que se obliga a las personas a concentrar la atención en esta actividad.
3. Por último se vio que en trabajos continuos, en los cuales no había oportunidad de relajarse y con solamente momentos ocasionales de una baja en el trabajo o pérdida de continuidad, el desempeño en general no sufría; pero la variabilidad de los resultados se incrementaba.

7.7 Limites de exposición al ruido:

Los estándares de aceptación al ruido, ya sea continuo, impulsivo, infrasónico y ultrasónico son dadas por varias organizaciones. A continuación se muestran algunos datos dados por la OSHA (Occupational Safety & Health Administration).

7.7.1 Ruido continuo o intermitentes:

La OSHA ha establecido exposiciones permisibles al ruido para personas que trabajan en la industria. Los límites permitidos dependen de la duración a la exposición y son mostrados en la siguiente tabla:

EXPOSICION PERMITIDA AL RUIDO (de acuerdo con la OSHA).

<u>NIVEL DE SONIDO [dBA]</u>	<u>TIEMPO PERMITIDO [hrs]</u>
80	32
85	16
90	8
95	4
100	2
105	1
110	0.5
115	0.25
120	0.125
125	0.063
130	0.031

* Exposiciones arriba de 115 dBA no son permitidas, pero pueden existir.

La OSHA define para facilitar el estudio de los efectos del ruido la *dosis de ruido*. Una exposición a cualquier nivel de sonido por arriba de los 80 dBA causa que los escuchas incurran en una "dosis parcial de ruido". La dosis parcial es calculada para cada nivel específico de sonido por arriba de los 80 dBA como sigue:

$$\text{DPR} = \frac{\text{TIEMPO EXPUESTO AL NIVEL DE SONIDO}}{\text{TIEMPO MAXIMO PERMITIDO AL NIVEL DE SONIDO}^{\#}}$$

DPR = dosis parcial de ruido

[#] se obtiene de la tabla anterior

La dosis de ruido total o diaria es igual a la suma de dosis parciales. Las dosis de ruido pueden ser convertidas a 8-h *Time-Weighted Average* TWA (Promedio evaluado de 8 horas) usando la siguiente tabla:

CONVERSION DE DOSIS DE RUIDO A TWA	
DOSIS DE RUIDO	TWA [dBA]
10	73
25	80
50 (nivel de acción)	85
75	88
100 (nivel de exposición permitido)	90
115	91
130	92
150	93
175	94
200	95
400	100

El TWA es el nivel de sonido que produciría una dosis de ruido si el empleado fuera expuesto a ese nivel de ruido durante 8 horas de trabajo continuo.

Una dosis de ruido de 50% (TWA de 85 dBA) es conocida como el "nivel de acción" o el punto en el cual la empresa debe implementar un *programa continuo y efectivo de conservación del oído*. El programa debe incluir monitoreos de la exposición, pruebas audiométricas, protección para el oído, entrenamiento para los empleados, y registros. Una dosis de 100% (TWA de 90 dBA) es el llamado "nivel de exposición permisible", o el punto en el cual el empleado debe usar *controles ingenieriles y administrativos* para reducir la exposición al ruido.

El concepto de dosis de ruido produce una situación curiosa; considera un trabajador que durante un día de trabajo es expuesto de la siguiente manera a niveles de ruido:

95 dBA	por 3.5 horas
105 dBA	por 0.5 horas
85 dBA	por 4.0 horas

Estas exposiciones entran entre los límites permitidos individualmente por la OSHA, pero si se saca la dosis total se obtiene que es igual a 163.5 (que es $3.5/4 + 0.5/1 + 4.0/16.0$). Esto representa un TWA de aproximadamente 93.5 dBA, el cual excede el nivel permitido de exposición.

NOTA: $TWA = 16.61 (\text{Log } D/100) + 90$
donde D = dosis de ruido.

7.7.2 Ruido impulsivo:

La OSHA define al ruido impulsivo como "un sonido que alcanza en tiempos no mayores de 35 milisegundos el pico de intensidad y duraciones no mayores que 500 milisegundos cuando el nivel es 20 dB por debajo del pico". La tabla que a continuación se muestra indica el máximo número de impulsos permitidos para diferentes valores de picos de intensidad.

NÚMERO MÁXIMO DE IMPULSOS PERMITIDOS EN UN DÍA DE 8 HORAS DE TRABAJO COMO FUNCIÓN DEL NIVEL DE SONIDO DEL PICO.	
NIVEL DEL SONIDO DEL PICO (dB)	MAXIMO No. DE IMPULSOS x 8 hrs
140	100
135	316
130	1,000
125	3,162
120	8,913
115	31,623
112.4	57,600

7.7.3 Ruido infrasónico:

Es aquel cuyas frecuencias están por debajo del rango audible, por lo general *abajo de los 20 Hz.* Aunque no existe alguna norma internacional para límites de exposición a ruido infrasónico, Von Gierke y Nixon (1976) recomiendan para proteger el sistema auditivo en un rango de exposición de 8 horas, para 136 dB a 1 Hz, y 123 dB para 20 Hz. Si el nivel se incrementa en 3 dB, la duración permisible debe ser dividida entre 2.

7.7.4 Ruido ultrasónico:

Es el ruido por arriba de frecuencias audibles, generalmente mayores a los 20,000 Hz. El criterio es similar al del ruido infrasónico, de 110 dB para frecuencias arriba de los 20,000 Hz y de 75 dB a 20,000 Hz.

7.8 Las molestias por el ruido:

Para hablar de las molestias causadas por el ruido no hay que relacionar lo más molesto como lo que es más fuerte, ya que, aunque esto sucede en gran parte de las veces, también es sumamente molesto, por ejemplo, el sonido causado por una gota de agua que cae intermitentemente en un charco, el cual no es un sonido fuerte. Existen una serie de factores que propician la sensación de molestia por ruido.

7.8.1 Algunos factores que provocan molestias por ruidos:

a) Factores acústicos:

- . Nivel de sonido
- . Frecuencia
- . Duración
- . Complejidad espectral
- . Fluctuaciones en el nivel de sonido
- . Fluctuaciones en frecuencia
- . Tiempo de levantamiento del ruido

b) Factores no acústicos:

- . Experiencia pasada con el ruido
- . Actividades de los escuchas
- . Predictibilidad de la ocurrencia del ruido
- . Necesidad del ruido
- . Personalidad de los escuchas
- . Actitud hacia la fuente del ruido
- . Tiempo del año
- . Tiempo del día
- . Tipo de local

7.9 Control del ruido:

El problema del ruido puede ser controlado atacando las fuentes del mismo, o controlándolo en el trayecto desde la fuente hacia el receptor, o en el mismo receptor. Una combinación de técnicas de control de ruido es requerida para lograr el abatimiento deseado en el nivel de ruido.

7.9.1 Control de la fuente:

El ruido es causado por vibración, y puede ser disminuido reduciendo esta vibración. Esto puede lograrse mediante un diseño apropiado, mantenimiento adecuado, lubricación, alineación del equipo, etc. Las partes de las máquinas que vibran pueden sustituirse mediante el uso de materiales resilientes, así como usar elastómeros o polímeros.

El ruido puede ser solucionado mediante una buena elección inicial; es más económico pagar algo extra en el momento de la adquisición, que pagar por aditamentos para evitar el ruido generado por el equipo.

7.9.2 Control a lo largo del camino:

Los ruidos de *alta frecuencia* son más direccionables que los ruidos de baja frecuencia, y son más fáciles de contener o deflectar mediante barreras. Los *materiales de relleno* que son aislantes acústicos son útiles en estos casos. Este efecto de reducción de ruido de los materiales y de los espacios cerrados son principalmente para rangos de frecuencia altos. Cuando se diseñan espacios cerrados, se debe tomar en cuenta el mantenimiento que requerirán las instalaciones posteriormente. Una simple pared o barrera puesta entre la fuente y el receptor puede deflectar gran parte de este ruido. Ruidos a *bajas frecuencias* no se logran reducir notoriamente con una simple barrera; si se añaden *materiales absorbentes de sonido en las paredes y pisos de los cuartos*, se logra disminuir los niveles de ruido de 3 a 7 dB. Su funcionamiento se explica por el hecho de que absorben el ruido reverberante, así como el ruido generado por los equipos.

7.9.3 Control en el receptor:

Para controlar el ruido que llega al receptor se deben usar *protecciones auditivas*, y además aplicar *pruebas audiométricas* a los trabajadores, así como *reducir el tiempo de exposición* de los trabajadores que muestran síntomas de pérdida auditiva.

Las protecciones auditivas son generalmente de dos tipos: del tipo de inserción, y del tipo audífono externo. Los primeros pueden premoldearse o preformarse; pueden estar hechos de espuma sintética expandible o de plástico, o de fibra. Los de tipo audífono pueden ser llenados por líquido o por espuma, y se colocan sobre la cabeza o directamente en el casco protector. La única objeción a estas protecciones son la *interferencia con la comunicación*.

8 VIBRACION

8 VIBRACION:

La vibración se puede considerar como el *factor ambiental más importante*. Se puede definir como cualquier movimiento que hace el cuerpo alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular, como el de un peso en el extremo de un resorte, o tener una naturaleza azarosa.

La vibración que se experimenta de una maquinaria suele ser compleja, pero es un movimiento regular; sin embargo, mediante el empleo de técnicas de análisis apropiadas, cualquier movimiento complejo puede ser definido en términos de varios componentes simples.

8.1 Límites de la percepción de vibraciones:

Es útil tener una idea de los límites superior e inferior (de tolerancia y percepción) que puede aceptar el ser humano. En las primeras investigaciones acerca de cómo responden los humanos a las vibraciones, muchos experimentadores intentaron obtener datos definitivos en lo concerniente al más bajo nivel de vibración necesario para la percepción; sin embargo, cuando se cotejaron todos estos datos se vio que había poca concordancia entre las distintas gráficas que permitieran ilustrar cómo el umbral de percepción de aceleración variaba a lo largo de frecuencias diferentes. Esto puede deberse en parte a los diversos usos que dan los investigadores a cada aparato, a los métodos experimentales usados, a las instrucciones, a la población de los sujetos y a los análisis estadísticos. Desafortunadamente, la conclusión que se puede derivar de estas curvas es que sería injustificable, por lo menos con base en el trabajo llevado hasta ahora, definir un límite de percepción de vibración para el cuerpo en su totalidad. De igual manera resulta para los límites superiores.

8.2 Efectos de la vibración para la salud:

Cuando se excita por vibración, cualquier estructura física puede amplificar la intensidad de la movilidad inducida si se da en ciertas frecuencias (la frecuencia de resonancia de la estructura), y la atenúa en otras. Como el cuerpo humano es una estructura muy compleja, cada parte tiene *frecuencias de resonancia distintas*. Por ende, el daño estructural debido a la amplificación de vibración puede ocurrir de repente si el cuerpo vibra como consecuencia de estimulaciones de vibraciones fuertes, con frecuencias cercanas a las resonantes. Esto se ilustra en la figura 7.1.

Esta figura muestra una indicación cruda de las características de resonancia primarias de las diferentes partes del cuerpo humano; sin embargo, estos datos sólo deberían estimarse como una *guía aproximada*, pues las resonancias del cuerpo tienen más posibilidad de verse afectadas por otros factores: lo blando de los músculos, las dimensiones de los huesos, la cantidad de tejido adiposo, etc.

El daño que puede causarse a la salud por medio de la vibración mecánica tiende a ubicarse en una de dos categorías. La primera contiene los cambios que pueden atribuirse directamente a la *frecuencia de vibración*, y que ocurren como consecuencia de las diferentes estructuras corporales que son excitadas a sus frecuencias de resonancia o cerca de ellas. Los efectos de la segunda categoría muestran dependencias menos obvias de la frecuencia, y están más relacionados con el "impacto" de los estímulos sobre el cuerpo; éste es, con la *intensidad y la duración de las vibraciones*.

8.3 Efectos en la salud debidos a la frecuencia:

Las lesiones causadas por la frecuencia de vibración ocurren normalmente después de *exposiciones prolongadas* a los estímulos vibrantes, y sobre todo cuando los rangos de frecuencia son altos.

Algunos de los instrumentos que causan estos efectos son por ejemplo: los martillos cinceladores, las escaladoras, las remachadoras, los rompedores de roca, los serruchos de cadena de los madereros, etc.

Algunos de los efectos causados se muestran en la siguiente figura:

ALGUNOS EFECTOS DEPENDIENTES DE LA FRECUENCIA DE VIBRACION:

EFECTO	FRECUENCIA [Hz]					
	0.1	1	10	100	1,000	10,000
Mareo de movimiento					
Interferencia en el habla					
Vision borrosa				
Interferencia con tareas				
Daño en la columna vertebral				
Desórdenes gastrointestinales				
Enfermedad de Raynaud			

La mayor parte de las lesiones ocurren en los *sistemas periféricos de la sangre*, y en los *sistemas nerviosos* de la parte expuesta del cuerpo.

La vibración intensa de las herramientas de mano puede transmitirse a los dedos, manos y brazos del operario. Las quejas que se tienen a menudo son síntomas de adormecimiento intermitente y torpeza de los dedos, palidez o enblanquecimiento de todo o de algunas partes de las extremidades, y una pérdida temporal de control muscular en las partes expuestas. Estos síntomas son llamados "enfermedad de los dedos blancos" o "enfermedad de Raynaud".

Para aliviar estos síntomas se debe tomar un *descanso prolongado*, aunque las molestias suelen volver a aparecer cuando se vuelve a exponer a dicha situación.

Guillemin y Wechsberg concluyeron acerca de las vibraciones, después de haber hecho un estudio, lo siguiente:

"Las vibraciones mecánicas soportadas de modo repetido durante largos períodos por los seres humanos producen incapacidades que difieren en naturaleza y en extensión en tres amplios rangos de frecuencia. Aquellos que están por debajo de 1,000 ciclos por minuto (aproximadamente 16 Hz) y ocurren con grandes amplitudes, hasta 1 pulgada o más, típicamente producen lesiones en los huesos, en las articulaciones y en los tendones. En el rango de 2,000 a 10,000 ciclos por minuto (de 33 a 166 Hz), con amplitudes de décimas o centésimas de pulgada, los síntomas son principalmente cardiovasculares... arriba de los 20,000 ciclos por minuto (más de 300 Hz), en que las amplitudes son medidas en milésimas de pulgada, las perturbaciones neuro-vasculares están acompañadas tanto de dolor como de quemadura, que pueden ser el síntoma predominante".

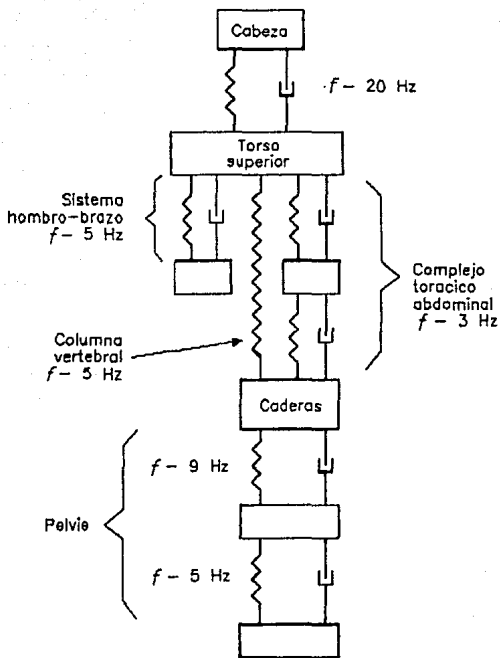


Figura 8.1

Modelo simplificado del cuerpo humano
mostrando las frecuencias de resonancia principales
(cuerpo sentado)

B.4 Intensidad y duración de los efectos fisiológicos:

Los efectos dependientes de la intensidad de la vibración ocurren como resultado de las partes del cuerpo que se mueven unas contra otras; además, los grandes órganos jalan a los ligamentos que los soportan, y también es posible que los tejidos suaves se quiebren por presión.

B.5 Efectos de la vibración en el desempeño:

Debido a que las partes del cuerpo tienden a vibrar al unísono de cualquier maquinaria vibrante en la que puedan descansar, los efectos de la vibración en el desempeño radican principalmente en la *degradación del control motor*. Este puede ser el control ejercido por una extremidad (que causa, por ejemplo, un pulso reducido), o por los globos de los ojos (que causa dificultades para la fijación y borrosidad en la vista). Existe poca evidencia que sugiera que la vibración pueda ir en detrimento de los procesos centrales individuales.

B.6 Efectos de la vibración en la visión:

Una imagen claramente formada de un objeto puede ser percibida sólo en la corteza visual del cerebro si una imagen estable se ubica en la retina. Si la imagen se mueve, se ubicará sobre diferentes juegos de receptores de la retina, y por tanto producirá una señal de traslape e imágenes confusas, que *dificultarán detectar cualquier detalle* que pueda tener el objeto. Esto es particularmente cierto si la imagen que se ubica en la retina oscila con una amplitud relativamente grande.

Pueden existir tres situaciones que causen una imagen en movimiento que aparezca en la retina:

- a. Si sólo *el objeto vibra* mientras el observador se en cuenta estacionario.
- b. Si *el observador vibra*, mientras que el objeto permanece estacionario.
- c. Si tanto *el objeto como el observador vibran*.

En este último caso, el grado resultante de borrosidad será determinado por el grado en que el hombre y el objeto *vibran en fase* (si van hacia arriba y hacia abajo al mismo tiempo), y la *frecuencia de la vibración* del cuerpo en su totalidad.

8.7 Vibración del objeto:

Los efectos de empeoramiento de la vibración del objeto sólo parecen estar relacionados con la frecuencia con que el objeto vibra. En *frecuencias suficientemente bajas* (menos de 1 Hz), los ojos son capaces de compensar los movimientos si siguen el trazo del objeto, y por tanto, pueden producir imágenes relativamente estables en la retina. Sin embargo, a medida que se incrementa la vibración del objeto, el desempeño posiblemente se deteriore (por lo general, medido en términos de dificultar la lectura o de encontrar errores), debido a que no obstante que los músculos de los ojos intentan seguir el objeto, no pueden mantener este seguimiento de manera apropiada. Esto ocurre hasta una *frecuencia crítica*, después de la cual el desempeño parece mejorar ligeramente. Se cree que esta aparente mejoría se debe a que el ojo, como es incapaz de seguir eficazmente el movimiento del objeto, produce una imagen un poco borrosa; sin embargo, a menos que el movimiento del objeto sea muy grande, esta borrosidad no causará deterioro en el desempeño. La frecuencia crítica precisa en que esto ocurre es incierta, pero varios autores sugieren entre los 3 y 4 Hz. A *frecuencias e intensidades más altas*, cualquier reducción en el desempeño se debe sólo a que se produce una *imagen borrosa* en la retina.

Como el grado de borrosidad se relaciona con la cantidad de movimiento de la imagen sobre la retina, cabría esperar de manera razonable que la amplitud de la vibración del objeto tuviera también un efecto directo sobre el desempeño. Sin embargo, los resultados experimentales sugieren que este sólo es el caso en circunstancias particularmente desfavorables, como lo es el de una mala iluminación.

El grado en que la amplitud en la vibración del objeto afecta el desempeño puede ser mitigado de alguna manera por la *distancia del observador al objeto*. Si la amplitud de vibración permanece constante a medida que el objeto se mueve más lejos del ojo, la cantidad de borrosidad también disminuirá; por ello, el efecto de la amplitud de vibración suele estudiarse en términos del ángulo que tiene el objeto con el ojo (que tiene en cuenta tanto el tamaño aparente del objeto como su distancia desde el observador).

Griffin (1976) sugirió que la intensidad de vibración que produce la borrosidad de más o menos 1 minuto de arco al ojo, representa el *umbral de borrosidad*. Como este nivel sería probablemente muy restrictivo en todas las condiciones o en las más críticas, Griffin sugiere que el desplazamiento de arcos mayores o menores de 2 minutos de arco pueden, según la dificultad de la tarea, empezar a afectar la habilidad para la lectura.

B.8 Vibración del observador:

Los efectos visuales que se producen cuando solo vibra el observador suelen ser similares a aquellos que resultan de vibrar el objeto solo; es decir, una imagen borrosa, que en este caso es debida al movimiento del globo del ojo con respecto al objeto. A frecuencias bajas (menores a 2 - 3 Hz), el cuerpo en su totalidad se mueve en concordancia con el movimiento; es decir, la cabeza y los ojos se mueven de la misma manera; sin embargo, a frecuencias más altas es posible que la cabeza y los ojos resuenen, produciendo un efecto de borrosidad más fuerte que lo predicho respecto de la intensidad de vibración de entrada única.

Dependiendo de la frecuencia, en cualquier parte del cuerpo se puede tratar la vibración que se produce desde afuera de una de tres formas:

- a. La estructura interna puede ser de tal manera que reduzca el nivel de la vibración a medida que es transmitida a través de ella (como lo haría un colchón suave).
- b. La estructura interna puede transmitir la vibración en una proporción de uno a uno (en otras palabras, el nivel de entrada al cuerpo no es afectado).
- c. La estructura interna puede acentuar la vibración (esto ocurre a medida que la frecuencia resuena en la estructura).

Por tanto, para medir las características de resonancia del cuerpo es necesario colocar dos aparatos de sensibilidad a la vibración a cada extremo del objeto (uno que mida el nivel de entrada de vibración I y el otro que mida el nivel de vibración transmitido a través del cuerpo T). La proporción T/I muestra un Índice de la transmisibilidad del objeto; en consecuencia, una proporción más grande que la unidad indica resonancia, mientras que una menor indica atenuación.

B.9 Vibraciones combinadas de objeto y observador:

En muchas situaciones, como por ejemplo en el transporte, las vibraciones se aplican tanto al observador como al objeto que se requiere ver. En estos casos, si el ojo se mantiene en una posición fija en la cabeza y la frecuencia de vibración es suficientemente baja, los movimientos del objeto estarían acompañados por movimientos similares en el hombre. En este caso, la imagen en el interior del vehículo, por ejemplo, se mantendría fija en la retina.

Desafortunadamente, las vibraciones no siempre son de baja frecuencia, y dadas las distintas características de resonancia del hombre y de las partes de su máquina, existen diferencias tanto en la amplitud, la fase y la posible dirección del observador, como en los movimientos del objeto que causan complicaciones; por ejemplo, aún si el observador y el objeto vibran con la misma frecuencia y amplitud, si vibran fuera de fase (si uno va hacia arriba mientras el otro va hacia abajo), su amplitud relativa será el doble que la amplitud individual.

B.10 Efectos de la vibración en el desempeño motor:

Mientras que el operario, por lo general, puede compensar las pequeñas cantidades de vibración cuando lleva a cabo una tarea visual, las disminuciones en la ejecución motora son menos fáciles de superar. Como la vibración tiende a mover físicamente las extremidades del operario, posiblemente fuera de fase con el resto del cuerpo, para hacer cualquier compensación se tienen que tensar los diferentes músculos con el fin de mantener estable a las extremidades (de la misma manera que un cuerpo sentado busca estabilidad). Aún si el operario es capaz de compensar el movimiento, es probable que ocurra fatiga.

Para los estímulos de vibración menores que 20 Hz, parece que hay un buen acuerdo de que cualquier decremento en la ejecución está relacionado con la cantidad de vibración que se transmite a través del cuerpo; esta observación es particularmente importante, ya que indica que cuando se está en condiciones de vibración, la presencia de un respaldo para los brazos o la espalda puede reducir, mas que aumentar, la estabilidad del cuerpo. Las vibraciones transmitidas a través del asiento y de regreso a las áreas de los hombros y del pecho pueden disminuir el desempeño del operario cuando lleva a cabo una tarea motora de seguimiento. Este efecto se ve acentuado si el operario lleva puesto un cinturón de seguridad o un cinturón de silla, que tiende a forzar al cuerpo hacia atrás en la silla y en el respaldo.

Respecto a las intensidades específicas, para una vibración dada, el espectro de ejecución está progresivamente degradado a medida que el nivel de vibración se incrementa por encima del umbral; sin embargo, el nivel de umbral es extremadamente variable y depende, entre otros factores, del tipo de tarea (primordialmente de su dificultad) y de la motivación del operario, así como de la carga de trabajo. Estos factores afectan su habilidad para compensar los efectos de la vibración ejercidos en el control de sus extremidades.

Las frecuencias que afectan el desempeño motor se hallan entre los 4 y 5 Hz, con disminución en el desempeño, el cual se hace progresivamente más pequeño a medida que la frecuencia se hace más alta o más baja.

Además de la frecuencia, la dirección del estímulo de la vibración también determinará la dirección de la tarea de control que se ve afectada; por ejemplo, no obstante que la vibración vertical tiene efectos claros sobre una tarea de seguimiento vertical, tiene poco efecto si el operario debe trazar un objeto en el eje horizontal. Esto tiene implicaciones obvias en el diseño del sistema de control en un ambiente vibrátil.

8.11 Efectos que ejerce la vibración sobre la ejecución consecutiva:

Se han llevado a cabo diversos estudios para investigar los efectos de la vibración sobre las capacidades de procesamiento de información del operario; sin embargo, en la mayoría de los estudios se ha demostrado que *no hay efectos consistentes* debidos a la vibración.

8.12 Efectos de la vibración sobre la comodidad:

En cuanto a comodidad hay que destacar dos aspectos:

- a. La comodidad es extremadamente difícil de definir.
- b. La incomodidad puede afectar tanto como ser afectada por la disminución del desempeño.

Osborne (1978) sugiere que los niveles de vibración superiores a 0.06 y 0.09 g (aceleración), a frecuencias entre los 4 y 20 Hz, han sido considerados por los pasajeros del transporte como causantes de incomodidad.

Un aspecto de la vibración que seguramente causa incomodidad y pérdida en el desempeño es el *marea por movimiento*.

9

ENCUESTAS

9 ENCUESTAS :

Para poder revisar un diseño lo mejor posible, es muy importante *conocer* lo más que se pueda acerca de *la relación que tendrá éste con el mundo exterior*, por ejemplo, el medio que lo rodeará, la gente que lo utilizará, la función que realizará, etc. Ya que estas condiciones marcarán las pautas a seguir para que nuestro diseño cumpla lo mejor posible su objetivo.

Al realizar un diseño, existen principios básicos (técnicos), los cuales no se verán afectados por el exterior, y que dependen de nuestras *capacidades técnicas y creativas* en llegar a lo óptimo; pero como se ha mencionado anteriormente, de nada sirve crear la máquina técnicamente perfecta, la cual va a operar en México, pero fue diseñada y pensada para alemanes, por ejemplo. Por esta razón es de importancia capital el medio externo.

El problema al que nos enfrentamos es que las condiciones externas que afectarán a la máquina no se pueden estudiar directamente en los libros, ni se pueden dar por seguras ciertas condiciones que lo eran poco tiempo antes; es por esto que surge la necesidad de contar con una herramienta de trabajo que nos ayude en esto, la cual es *la encuesta*.

Por medio de las encuestas se conocen gran parte de las variables exteriores que afectaran a nuestro diseño.

¿ A quién va dirigida la encuesta ?

Se puede contestar que a cualquier persona, siempre y cuando su lengua definida la información que se desea obtener. La información buscada puede ir desde lo más general posible hasta lo más particular, para lo cual las preguntas de las encuestas se especializan y el número de encuestados se reduce.

En el caso de la presente tesis, como el objetivo es *tratar al diseño como algo en general* y no específico, como pudiera haber sido "la creación de un método ergonómico para la optimización de diseño de máquinas textiles", por ejemplo, las preguntas que se plantearon fueron muy generales, y por lo mismo la población a la que aplicó muy amplia.

¿ Cómo realizar una encuesta ?

Lo primero que se debe hacer es preguntarnos *qué queremos conocer*; una vez que lo sabemos, *cómo lo podríamos conocer*; en este punto nos debemos plantear *qué preguntas podemos hacer*, para que el encuestado conteste lo mejor posible lo que se le pregunta, y a la vez que resulte lo más fácil el análisis de dicha información; para esto, aparte de la inventiva con que se cuenta para poder *preguntar inteligentemente*, se cuenta con varios libros, sobre todo relacionados con *psicología social*, que nos ayudan a lograrlo.

¿ Cómo seleccionar a los encuestados ?

Una vez identificado el grupo al cual dirigimos las preguntas (usuarios, constructores, diseñadores, etc.) dentro de este grupo *la selección debe ser totalmente aleatoria* y no marcar preferencia hacia ciertas personas que por creer que se obtendrá mejor información, ya que se estará predisponiendo la información que queremos encontrar.

¿ A cuántas personas hay que encuestar ?

Se podría pensar que mientras más personas se encuestan, la validez de la investigación será más real; pero se debe tener cuidado en dos puntos: muchas veces con un cierto porcentaje de población encuestada (muestra) se puede obtener un fiabilidad alta, por lo cual *no es necesario aplicar un número de encuestas demasiado alto con respecto a la población total*.

Por otra parte, si se aplican demasiadas encuestas se puede caer en un exceso de información que nunca se termina de analizar. El saber cuántas encuestas aplicar depende de la población total y del criterio del encuestador para saber elegir el número exacto para el cual su investigación obtendrá resultados óptimos.



10 ENCUESTAS
DESARROLLO

10 ENCUESTAS : Desarrollo.

En la presente tesis, una de sus partes fundamentales es la relacionada con las encuestas, ya que es *información vigente, única en su ramo y de gran utilidad práctica para el diseño.*

A continuación se describirá el proceso que se siguió desde la creación hasta el análisis e impresión de resultados, con el fin de que sirva como ejemplo para la realización de otras encuestas.

Lo primero que se hizo fue *plantear qué se quería saber*; al plantear la ergonomía en el diseño mecánico como tesis nos encontramos que debido a que la ergonomía es un área relativamente nueva, *no se cuenta con mucha información al respecto en el país.* A nosotros nos interesaba conocer la forma en que los mexicanos pensaban y sentían su relación con las máquinas con las cuales estaban en contacto habitual o que conocían, y qué pensaban de ellas, con el objeto de poderlas mejorar.

En base a esto se estructuraron una *serie de preguntas* que pudieran ayudarnos a lograr nuestro objetivo. Al buscar conceptos muy generales las preguntas tuvieron que ser a la vez muy generales.

En la encuesta I (para usuarios), interesaba saber *cuál era la razón por la cual una persona sentía preferencia por un objeto en especial*, y a la vez *porqué desagradaban ciertas cosas.* A esto, surgieron las preguntas de *qué agradaba más y qué desagradaba más*, buscando que los encuestados contestaran sus *razones personales* sin perjuicios técnicos, del porqué les agradaba o les desagradaba algo.

También interesaba conocer las opiniones de las personas acerca de lo que ellos consideraban como *un buen diseño o un mal diseño*, y ver si este primer concepto estaba directamente relacionado al de qué agrada más y ver qué *características técnicas* la gente consideraba que eran importantes para poder calificar a un objeto como un buen diseño.

Por último, se planteó una *pregunta de opción múltiple*, en donde se involucraron *factores que intervienen en el diseño*, con el fin de tener una *jerarquización* de los mismos.

De la formulación de estas preguntas, a la impresión de la encuesta final, vino una *etapa de definición* muy importante, ya que entre mejor fuera la estructura de la encuesta, mejor serían los resultados. En esta etapa, lo primero que se hizo fue hacer *pruebas orales*, buscando la aceptación de las preguntas por parte de los encuestados (no más de 10) y analizando los comentarios obtenidos.

Con base a estos resultados, se realizaron *20 encuestas piloto por escrito*, en las cuales se buscó que las personas pudieran contestar la encuesta *sin la intervención directa de los encuestadores.*

De estas encuestas piloto se obtuvieron los siguientes resultados:

1. La redacción de las instrucciones, para que éstas fueran lo más claro posibles.

Uno de los mayores problemas con el que nos encontramos fue el definir el rango de objetos, máquinas que queríamos abarcar, sin dar ejemplos que pudieran influir en las respuestas. Al principio se utilizó la palabra "máquina", la cual trajo problemas, ya que no todos tenían claro este concepto, por lo cual se usó la palabra *objeto* como el extremo inferior, y *máquina compleja* como objeto superior, obteniendo así buenos resultados.

2. Formato de la encuesta:

Con estas 20 encuestas piloto, se notó que era mejor tener las cinco preguntas impresas *en una sola hoja*, en lugar de dos hojas, ya que en este segundo caso al ver dos hojas los encuestados piensan que es un cuestionario demasiado largo y que les quitará mucho tiempo.

También se observó el espacio promedio que empleaban los encuestados para contestar, y en base a esto se pusieron los espacios para las respuestas.

3. Tiempo de realización de la encuesta:

Con las 20 encuestas prototipo, se determinó también el tiempo promedio empleado en contestar la encuesta, que fue de *15 minutos*.

Una vez que se corrigieron todos estos detalles, se imprimió la encuesta definitiva, la cual se muestra a continuación.

Debido a que la población que se podía encuestar era abierta, se aplicaron encuestas a todo tipo de personas, dividiéndolas después en *siete grupos*:

- 1- Estudiantes de Ingeniería
- 2- Estudiantes de Diseño Industrial
- 3- Estudiantes de Contaduría
- 4- Estudiantes Varios
- 5- Amas de casa
- 6- Técnicos, obreros, gentes con oficio.
- 7- Varios (Profesionales, empleados, etc.)

Al principio, cuando todavía no se aplicaban las encuestas, se tenían pensados ciertos grupos, como *amas de casa, estudiantes y obreros*, pero debido a que se pudieron aplicar encuestas en diferentes partes (Facultad de Contaduría, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias Políticas, Escuela de Diseño industrial, Universidad Iberoamericana), se pensó en la conveniencia de crear más grupos, por lo que creció el número de grupos de estudiantes.

Al analizar los resultados, también se creó la división de grupos por *sexos y por edades*, aparte de por *ocupaciones*. Dentro de estos grupos la selección de encuestados fue totalmente aleatoria.

En cuanto al número de personas encuestadas, éste se determinó por dos razones:

- 1- Encuestas que se consideraron se podían evaluar entre dos personas.
- 2- Encuestas que se pensó daban validez a un grupo.

El número total de *encuestas aplicadas* (Encuesta 1) fue de 236, de las cuales se descartaron 19 por considerarse no aptas para el análisis, ya sea por confusas o incompletas.

En cuanto a la encuesta 2 (de mantenimiento), se siguió para su elaboración un procedimiento muy similar al aplicado en el de las encuestas a usuarios (encuesta 1), variando solamente la forma en que se aplicó, el número de personas entrevistadas, la duración de la aplicación y la manera en que se analizó la información.

El número de personas encuestadas fue de 25; esto fue debido a:

- Exceso de información para revisar y evaluar.
- Dificultad en encontrar posibles encuestados.

Al estar trabajando en esta encuesta la gente en general se encontraba trabajando en el momento de aplicar el cuestionario, por lo que no se les pidió que contestaran de manera escrita, sino oral, a manera de plática, mientras el encuestador iba anotando lo fundamental de sus respuestas. De esta manera no se le distraía al encuestado y sí se obtuvieron respuestas muy valiosas.

Para la evaluación de este segundo grupo se optó por no usar métodos estadísticos, sino en extraer las ideas fundamentales de cada respuesta, las cuales se muestran en el capítulo 12.

Para elegir cómo desarrollar una encuesta depende del criterio del encuestador, el cual debe tener muy claro qué es lo que quiere obtener, y ya que lo sabe debe usar la inteligencia y las herramientas que estén a su alcance para lograr su fin.

Al tener el número de encuestas deseado, se pasa a la etapa de análisis de la información, para lo cual se empleó una computadora PC-XT, con procesador 8088 y coprocesador matemático 8087, de 640 kb de memoria RAM.

La información se vació y analizó en una base de datos, con el paquete para computadoras PC *Works* de Microsoft, versión 2.00. Así mismo se utilizó el procesador de palabras para la elaboración de la presente tesis y la hoja de cálculo para el manejo de datos numéricos del ya mencionado *Works* de Microsoft.

Para el manejo de la distribución de datos obtenidos de las encuestas se utilizó la Hoja Electrónica de Datos *Lotus 1-2-3*, versión 2.1, de Ashton Tate.

La presentación gráfica de los datos de las encuestas se hizo por medio del paquete *Harvard Graphics*, versión 2.3, de Software Publishing Corp.

Las figuras ilustrativas se desarrollaron en el paquete *AutoCAD*, versión 10, de Autodesk, Inc.

11 ENCUESTA 1
USUARIOS

NOMBRE: _____

SEXO: _____ EDAD: _____ OCUPACION _____

Considerando cualquier objeto que uses o conozcas, desde el más sencillo, como una cuchara, hasta la máquina más compleja, contesta por favor lo siguiente:

1. ¿ Qué objeto de los que usas o conoces es el que más te agrada y por qué ?

2. ¿Cuál es el que más te desagrada, y por qué ?

3. ¿Cuál es el objeto que está mejor diseñado (o uno de los mejor diseñados), y por qué ?

4. ¿Cuál crees que es el que está peor diseñado (o uno de los peor diseñados), y por qué ?

5. Enumera del 1 al 9 lo que más te molesta de un objeto (1 lo que más te molesta, 9 lo que menos te molesta)

- () Que haga ruido
- () Que sea difícil de usar
- () Que no se sienta seguridad al estar cerca de él
- () Que sea antiestético
- () Que produzca cansancio físico el usarlo
- () Que sea caro
- () Que contamine
- () Que falle cuando se está usando
- () Que no dure mucho tiempo

RESULTADOS:

Los resultados obtenidos a partir del análisis de los datos de esta encuesta se muestran a continuación en forma numérica, de la manera más sintetizada posible, en porcentajes de la población analizada.

Por más simple que sea una lista de números, siempre resulta difícil su apreciación, por lo que a continuación se añaden gráficas de distintos tipos para tratar de hacer lo más clara posible la interpretación de los resultados.

Estas gráficas están presentadas en el siguiente orden:

- Objetos que más agradan.
- Porqué los objetos agradan.
- Objetos que más desagradan.
- Porqué los objetos desagradan.
- Objetos mejor diseñados.
- Porqué se considera que un objeto está bien diseñado.
- Objetos peor diseñados.
- Porqué se considera a un objeto mal diseñado.
- Razones por las cuales los objetos desagradan, por grupos, edades, sexos, mostrando comportamiento real en porcentajes de la población estudiada, así como las tendencias.

R1=Más molesto ... R9=Indiferante

CAUSAS:

	PORCIENTO	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
1 = ruido		1	26.3	15.2	12.0	10.1	9.2	9.7	7.4	6.5	3.7
2 = difícil uso		2	6.0	11.1	10.6	10.1	8.8	14.7	18.9	10.1	9.7
3 = inseguro	TOTAL	3	16.6	12.9	10.6	11.5	9.7	11.1	16.6	7.8	2.8
4 = antiestético	217	4	2.3	3.2	4.1	4.1	11.1	7.4	12.4	19.8	35.0
5 = cansa		5	5.1	7.4	9.2	7.8	14.3	12.4	12.4	19.4	12.4
6 = caro		6	4.6	2.8	6.5	12.0	8.8	16.6	9.2	18.0	21.7
7 = contamina		7	15.7	18.9	17.5	15.7	10.6	7.8	6.0	5.1	3.2
8 = falla		8	21.7	18.0	12.9	16.1	13.8	6.5	5.5	4.1	2.3
9 = no dura		9	1.8	10.6	16.6	12.4	13.8	13.8	11.5	9.2	9.2

%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
	1	18.8	35.4	12.5	14.6	12.5	10.4	8.3	4.2	2.1
Est. Ing. UNAM	2	2.1	4.2	6.3	14.6	10.4	14.6	18.8	8.3	14.6
Total 48	3	14.6	12.5	12.5	4.2	14.6	10.4	12.5	10.4	2.1
	4	0.0	4.2	0.0	4.2	8.3	10.4	10.4	16.7	45.8
	5	10.4	2.1	6.3	8.3	10.4	16.7	14.6	20.8	12.5
	6	8.3	4.2	6.3	22.9	6.3	10.4	12.5	14.6	14.6
	7	25.0	14.6	16.7	14.6	8.3	4.2	6.3	8.3	2.1
	8	18.8	14.6	20.8	4.2	14.6	6.3	10.4	4.2	2.1
	9	2.1	8.3	18.8	12.5	14.6	16.7	6.3	12.5	4.2

%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
	1	20.0	10.0	10.0	20.0	0.0	0.0	20.0	0.0	20.0
Est. diseño	2	10.0	20.0	20.0	10.0	10.0	30.0	0.0	0.0	0.0
Total 10	3	20.0	10.0	0.0	20.0	0.0	0.0	20.0	30.0	0.0
	4	0.0	0.0	10.0	0.0	20.0	10.0	20.0	30.0	10.0
	5	20.0	20.0	20.0	0.0	20.0	20.0	0.0	0.0	0.0
	6	20.0	10.0	0.0	10.0	0.0	0.0	10.0	10.0	40.0
	7	0.0	20.0	40.0	10.0	10.0	20.0	0.0	0.0	0.0
	8	10.0	10.0	0.0	20.0	40.0	20.0	0.0	0.0	0.0
	9	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	30.0	30.0	30.0

%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
	1	20.0	24.0	12.0	8.0	10.0	10.0	6.0	6.0	4.0
Est. varicos	2	6.0	10.0	4.0	12.0	10.0	20.0	12.0	12.0	14.0
Total 50	3	24.0	4.0	14.0	12.0	8.0	6.0	20.0	6.0	6.0
	4	2.0	2.0	6.0	4.0	6.0	14.0	14.0	24.0	28.0
	5	4.0	4.0	8.0	8.0	18.0	12.0	14.0	18.0	14.0
	6	2.0	0.0	4.0	8.0	10.0	16.0	14.0	24.0	22.0
	7	18.0	14.0	20.0	18.0	14.0	6.0	2.0	4.0	4.0
	8	24.0	28.0	14.0	14.0	8.0	4.0	8.0	0.0	0.0
	9	0.0	14.0	18.0	16.0	16.0	12.0	10.0	6.0	8.0

%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
	1	52.2	13.0	0.0	4.3	8.7	8.7	4.3	8.7	0.0
Amas de casa	2	4.3	8.7	26.1	0.0	4.3	17.4	26.1	8.7	4.3
Total 23	3	13.0	21.7	13.0	13.0	0.0	4.3	26.1	4.3	4.3
	4	0.0	4.3	0.0	4.3	4.3	0.0	8.7	26.1	52.2
	5	4.3	4.3	26.1	0.0	26.1	8.7	8.7	17.4	4.3
	6	0.0	0.0	4.3	13.0	8.7	21.7	0.0	26.1	26.1
	7	13.0	34.8	8.7	13.0	13.0	13.0	4.3	0.0	0.0
	8	13.0	4.3	4.3	30.4	26.1	17.4	0.0	4.3	0.0
	9	0.0	8.7	17.4	21.7	8.7	8.7	21.7	4.3	8.7

R1=Más molesto ... R9=Indiferente

CAUSAS:		%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
1 = ruido			1	22.2	11.1	11.1	16.7	0.0	16.7	11.1	11.1	0.0
2 = difícil uso	Est.contaduría		2	16.7	0.0	5.6	11.1	11.1	16.7	16.7	11.1	11.1
3 = inseguro	Total	18	3	11.1	16.7	11.1	16.7	16.7	11.1	5.6	11.1	0.0
4 = antiestético			4	5.6	0.0	11.1	11.1	5.6	5.6	11.1	22.2	27.8
5 = cansa			5	0.0	11.1	5.6	5.6	5.6	16.7	22.2	16.7	16.7
6 = caro			6	5.6	5.6	5.6	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	27.8
7 = contamina			7	22.2	27.8	22.2	5.6	5.6	5.6	5.6	0.0	5.6
8 = falla			8	16.7	16.7	16.7	11.1	11.1	5.6	5.6	11.1	5.6
9 = no dura			9	0.0	11.1	11.1	11.1	33.3	11.1	11.1	5.6	5.6
		%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Técnicos			1	20.8	8.3	8.3	4.2	8.3	25.0	12.5	4.2	8.3
Total		24	2	8.3	8.3	8.3	4.2	12.5	12.5	20.8	20.8	4.2
			3	29.2	12.5	8.3	8.3	16.7	12.5	12.5	0.0	0.0
			4	4.2	4.2	4.2	8.3	12.5	4.2	12.5	16.7	33.3
			5	4.2	16.7	8.3	16.7	8.3	8.3	8.3	16.7	12.5
			6	4.2	0.0	25.0	4.2	8.3	20.8	12.5	8.3	16.7
			7	12.5	16.7	16.7	20.8	8.3	4.2	8.3	4.2	8.3
			8	12.5	20.8	8.3	25.0	12.5	4.2	4.2	12.5	4.2
			9	4.2	12.5	12.5	8.3	12.5	8.3	8.3	16.7	12.5
		%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Varios			1	34.1	11.4	20.5	9.1	11.4	0.0	2.3	9.1	2.3
Total		44	2	4.5	18.2	15.9	11.4	4.5	4.5	27.3	6.8	6.8
			3	6.8	13.6	6.8	15.9	6.8	22.7	18.2	6.8	2.3
			4	4.5	4.5	4.5	0.0	22.7	2.3	13.6	13.6	31.8
			5	0.0	9.1	4.5	9.1	13.6	9.1	11.4	27.3	15.9
			6	2.3	4.5	2.3	9.1	11.4	25.0	2.3	20.5	22.7
			7	6.8	15.9	13.6	18.2	11.4	11.4	11.4	9.1	2.3
			8	36.4	13.6	11.4	20.5	9.1	2.3	2.3	2.3	4.5
			9	4.5	9.1	20.5	6.8	9.1	22.7	11.4	4.5	11.4
		%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Edad: 18-24			1	19.8	16.8	12.2	11.5	9.9	11.5	7.6	6.1	4.6
Total		131	2	6.9	9.2	6.1	12.2	11.5	17.6	14.5	9.9	12.2
			3	20.6	9.2	11.5	9.9	10.7	6.9	16.8	9.9	3.8
			4	1.5	3.1	3.8	4.6	7.6	10.7	15.3	19.8	33.6
			5	6.9	8.4	7.6	6.1	13.7	15.3	13.7	16.0	13.0
			6	6.1	2.3	5.3	13.7	8.4	13.0	12.2	19.1	19.8
			7	17.6	18.3	21.4	16.0	8.4	6.1	3.8	5.3	3.8
			8	19.8	21.4	15.3	11.5	14.5	6.1	6.9	3.8	1.5
			9	0.8	11.5	16.8	14.5	15.3	13.0	9.2	9.9	7.6
		%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Edad: 25-30			1	30.4	13.0	13.0	8.7	13.0	0.0	8.7	8.7	4.3
Total		23	2	4.3	17.4	13.0	8.7	4.3	8.7	30.4	4.3	8.7
			3	4.3	21.7	8.7	13.0	4.3	26.1	17.4	4.3	0.0
			4	13.0	4.3	4.3	4.3	26.1	4.3	4.3	17.4	17.4
			5	0.0	13.0	4.3	21.7	4.3	4.3	13.0	21.7	17.4
			6	0.0	4.3	8.7	8.7	8.7	21.7	0.0	17.4	30.4
			7	17.4	13.0	13.0	8.7	17.4	8.7	8.7	8.7	4.3
			8	30.4	8.7	17.4	21.7	4.3	4.3	4.3	4.3	8.7
			9	0.0	4.3	17.4	4.3	17.4	21.7	13.0	13.0	8.7

Encuesta 1: Usuarios (resultados, en porcentaje)

11-6

R1=Más molesto ... R9=Indiferente

CAUSAS		%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
1 = ruido			1	26.1	8.7	17.4	13.0	4.3	17.4	4.3	8.7	0.0
2 = difícil uso	Edad:	31-40	2	4.3	0.0	13.0	8.7	4.3	13.0	34.8	17.4	4.3
3 = inseguro	Total	23	3	8.7	21.7	8.7	8.7	4.3	30.4	17.4	0.0	0.0
4 = antiestético			4	0.0	0.0	4.3	8.7	21.7	0.0	4.3	26.1	34.8
5 = cansa			5	0.0	4.3	4.3	8.7	13.0	13.0	8.7	30.4	17.4
6 = caro			6	8.7	8.7	8.7	8.7	17.4	21.7	8.7	0.0	17.4
7 = contamina			7	17.4	8.7	17.4	17.4	17.4	4.3	13.0	0.0	4.3
8 = falla			8	26.1	26.1	8.7	17.4	8.7	0.0	0.0	8.7	4.3
9 = no dura			9	8.7	21.7	17.4	8.7	8.7	0.0	8.7	8.7	17.4

		%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
			1	30.4	17.4	8.7	8.7	8.7	4.3	13.0	4.3	4.3
Edad:	41-50		2	0.0	21.7	26.1	4.3	4.3	13.0	17.4	8.7	4.3
Total	23		3	17.4	8.7	4.3	17.4	17.4	4.3	17.4	8.7	4.3
			4	0.0	4.3	0.0	0.0	8.7	4.3	8.7	26.1	47.8
			5	4.3	0.0	17.4	4.3	26.1	13.0	8.7	17.4	8.7
			6	0.0	0.0	13.0	13.0	4.3	17.4	4.3	26.1	21.7
			7	13.0	26.1	8.7	8.7	8.7	21.7	8.7	4.3	0.0
			8	30.4	13.0	0.0	30.4	13.0	4.3	4.3	4.3	0.0
			9	4.3	8.7	21.7	13.0	8.7	17.4	17.4	0.0	8.7

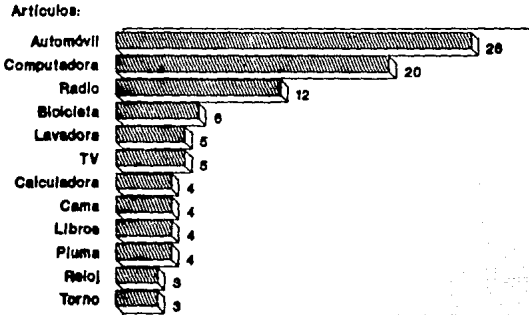
		%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
			1	64.7	11.8	5.9	0.0	5.9	5.9	0.0	5.9	0.0
Edad:	51-		2	11.8	17.6	17.6	5.9	5.9	5.9	17.6	11.8	5.9
Total	17		3	11.8	23.5	17.6	17.6	5.9	5.9	11.8	5.9	0.0
			4	0.0	5.9	11.8	0.0	5.9	0.0	17.6	5.9	52.9
			5	5.9	5.9	23.5	5.9	17.6	0.0	11.8	29.4	0.0
			6	0.0	0.0	0.0	5.9	5.9	29.4	5.9	23.5	29.4
			7	0.0	35.3	5.9	29.4	11.8	5.9	5.9	5.9	0.0
			8	5.9	0.0	11.8	23.5	29.4	23.5	5.9	0.0	0.0
			9	0.0	0.0	5.9	11.8	11.8	23.5	23.5	11.8	11.8

		%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
			1	29.0	18.3	8.6	8.6	10.8	5.4	6.3	10.8	2.2
Sexo:	FEMENINO		2	7.5	7.5	10.8	9.7	6.3	18.3	19.4	9.7	10.8
Total	93		3	18.3	12.9	10.8	9.7	8.6	10.8	17.2	6.5	5.4
			4	3.2	2.2	3.2	3.2	7.5	4.3	17.2	23.7	35.5
			5	3.2	7.5	12.9	5.4	18.3	12.9	11.8	18.3	9.7
			6	2.2	1.1	5.4	9.7	9.7	19.4	6.5	22.6	23.7
			7	17.2	20.4	17.2	15.1	11.8	8.6	4.3	2.2	3.2
			8	19.4	20.4	11.8	23.7	10.8	7.5	2.2	3.2	1.1
			9	0.0	9.7	19.4	15.1	16.1	12.9	15.1	3.2	8.6

		%	RAZON	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
			1	24.2	12.9	14.5	11.3	8.1	12.9	8.1	3.2	4.8
Sexo:	MASCULINO		2	4.8	13.7	10.5	10.5	10.5	12.1	18.5	10.5	8.9
Total	124		3	15.3	12.9	10.5	12.9	10.5	11.3	16.1	8.9	0.8
			4	1.6	4.0	4.8	4.8	13.7	9.7	8.7	16.9	34.7
			5	6.5	7.3	6.5	9.7	11.3	12.1	12.9	20.2	14.5
			6	6.5	4.0	7.3	13.7	8.1	14.5	11.3	14.5	20.2
			7	14.5	17.7	17.7	16.1	9.7	7.3	7.3	7.3	3.2
			8	23.4	16.1	13.7	10.5	16.1	5.6	8.1	4.8	3.2
			9	3.2	11.3	14.5	10.5	12.1	14.5	8.9	13.7	9.7

Lo que más agrada

(Artículos más representativos)

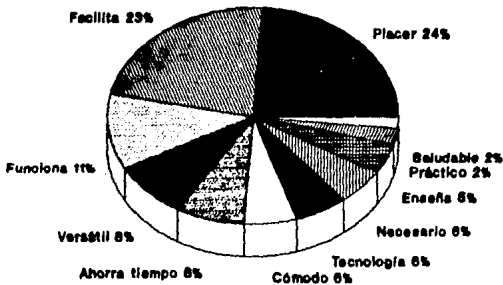


Porcentaje

Fuente: Encuesta general

Porqué los objetos agradan

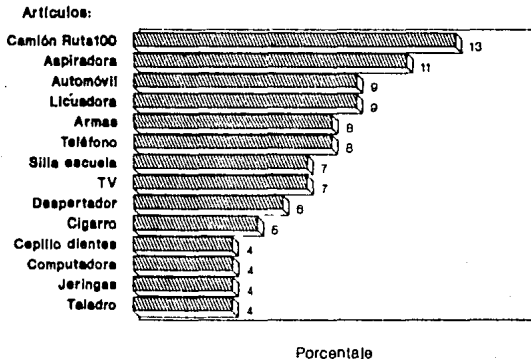
(Razones, en porcentaje)



Fuente:
Encuesta de usuarios

Lo que más desagrada

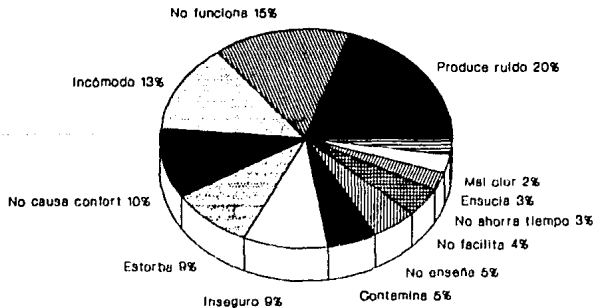
(Artículos más representativos, %)



Fuente: Encuesta de usuarios

Porqué los objetos desagradan

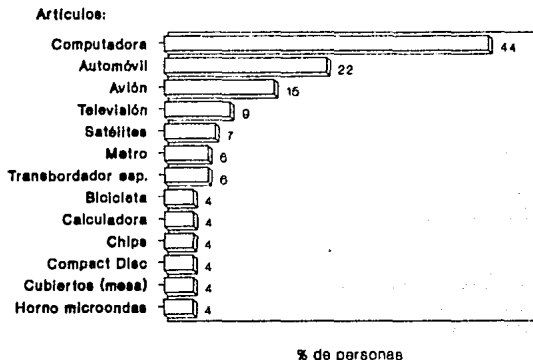
(Razones, en porcentaje)



Fuente: Encuesta de usuarios.

Objetos mejor diseñados

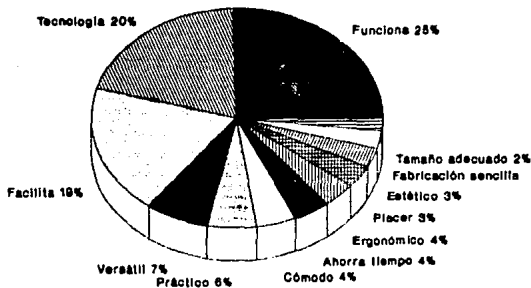
(Artículos más representativos)



Fuente: Encuesta de usuarios.

Porqué un objeto es un buen diseño

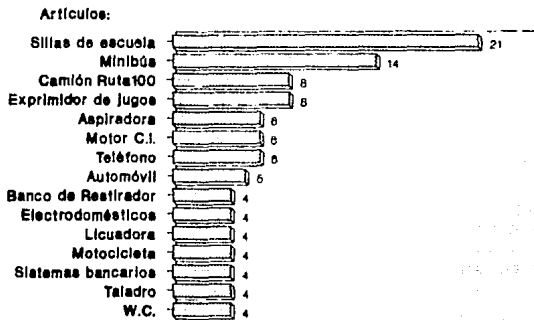
(Razones, en porcentaje)



Fuente: Encuesta de usuarios

Objetos peor diseñados

(Artículos más representativos)

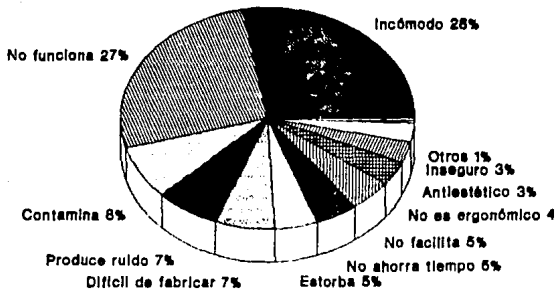


% de personas

Fuente: Encuesta de usuarios.

Porqué un diseño es malo

(Razones, en porcentaje)

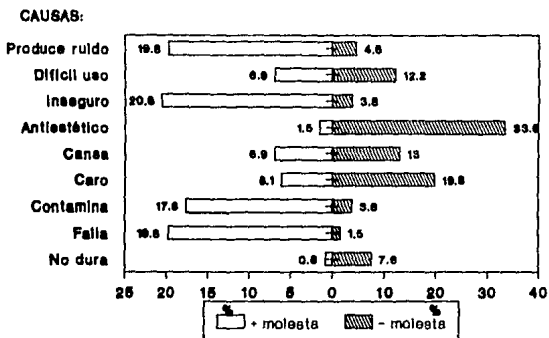


Fuente: Encuesta de usuarios.

Causas que producen molestias

Edades: 18 a 24 años

(en porcentaje)

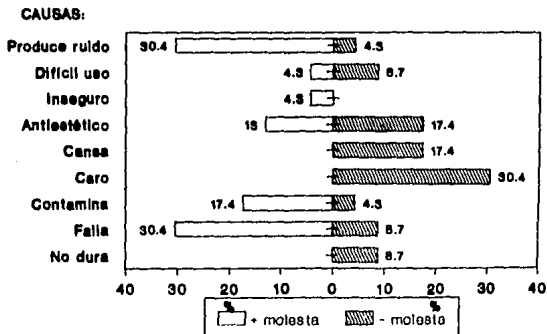


Fuente: Encuesta de usuarios

Causas que producen molestias

Edades: 25 a 30 años

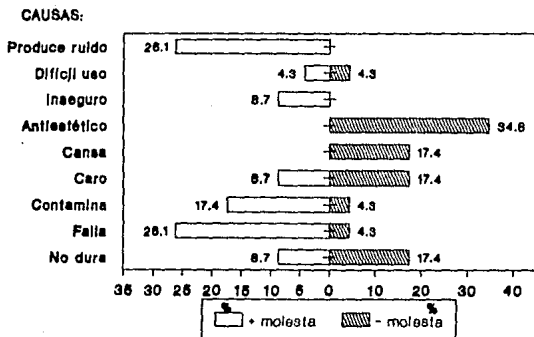
(en porcentaje)



Fuente: Encuesta de usuarios

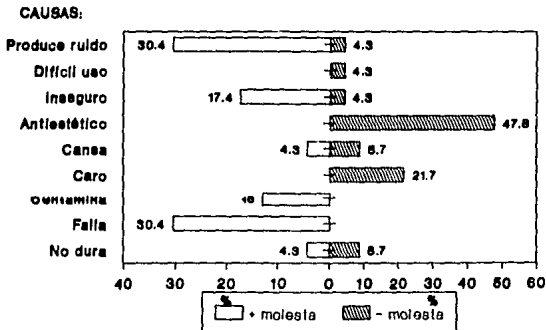
Causas que producen molestias

Edades: 31 a 40 años.
(en porcentaje)



Causas que producen molestias

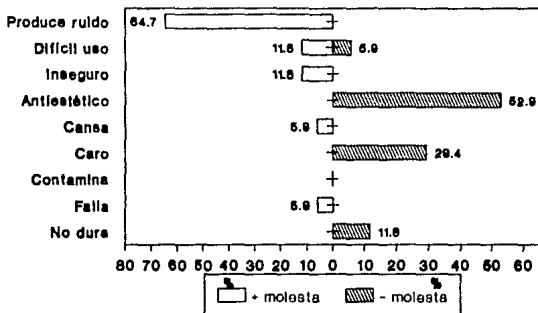
Edades: 41 a 50 años
(en porcentaje)



Causas que producen molestias

Edades: 51 años en adelante
(en porcentaje)

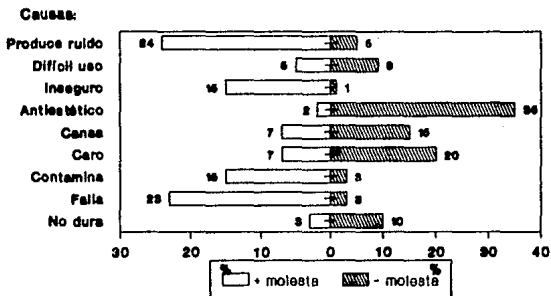
CAUSAS:



Fuente: Encuesta de usuarios

Causas que producen molestias

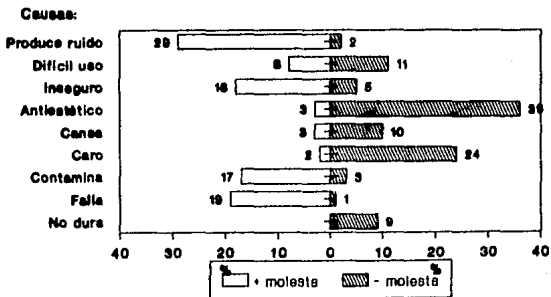
Hombres
(en porcentaje)



Fuente:
Encuesta de usuarios

Causas que producen molestias

Mujeres
(en porcentaje)

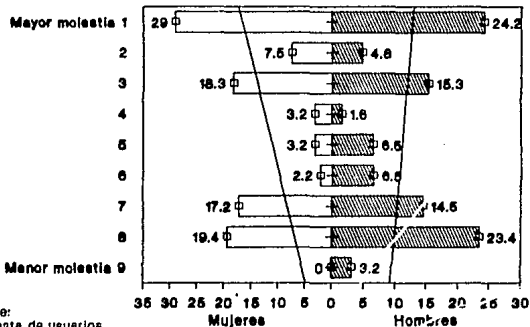


Fuente:
Encuesta de usuarios

Cómo afecta el Ruido

Por sexos
(% / Tendencias)

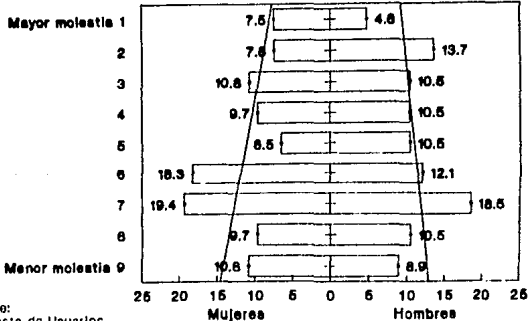
Grado de molestia:



Cómo afecta el Difícil uso

Por sexos
(% / Tendencias)

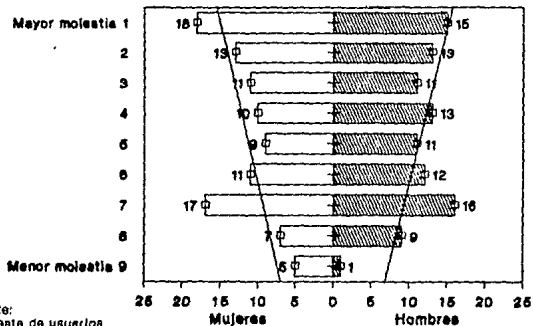
Grado de molestia:



Cómo afecta la Inseguridad

Por sexos
(% / Tendencia)

Grado de molestia:

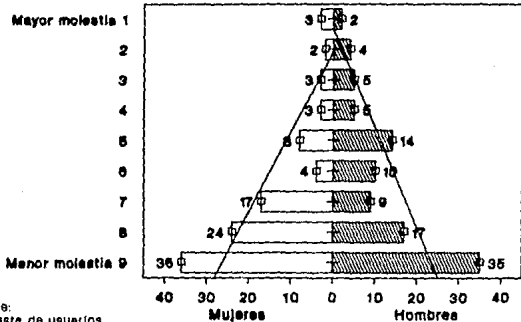


Fuente:
Encuesta de usuarios

Cómo afecta que sea Antiestético

Por sexos
(% / Tendencia)

Grado de molestia:



Fuente:
Encuesta de usuarios

Cómo afecta que produzca cansancio

Por sexos
(% / Tendencias)

Grado de molestia

Mayor molestia 1

2

3

4

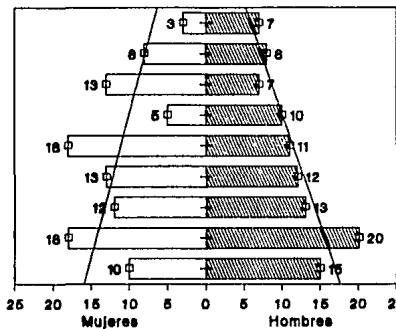
5

6

7

8

Menor molestia 9



Fuente:
Encuesta de usuarios

Cómo afecta que sea Caro

Por sexos
(% / Tendencias)

Grado de molestia

Mayor molestia 1

2

3

4

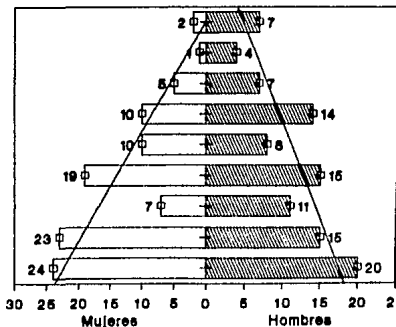
5

6

7

8

Menor molestia 9

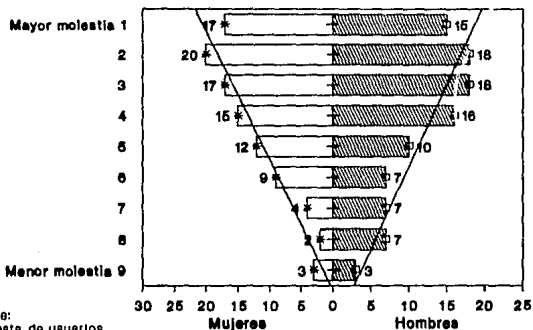


Fuente:
Encuesta de usuarios

Cómo afecta que Contamine

Por sexos
(% / Tendencias)

Grado de molestia:

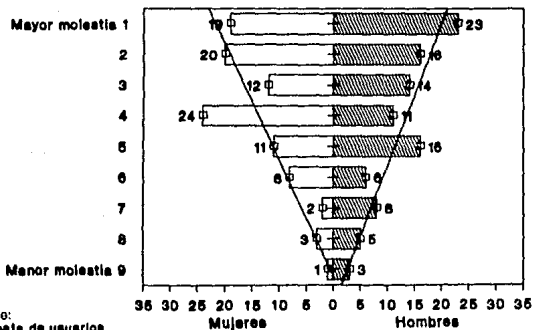


Fuente:
Encuesta de usuarios

Cómo afecta que Falle

Por sexos
(% / Tendencias)

Grado de molestia:

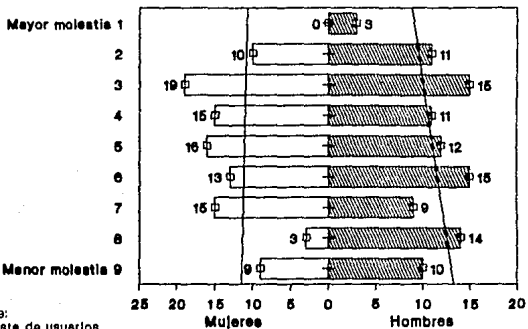


Fuente:
Encuesta de usuarios

Cómo afecta que No dure

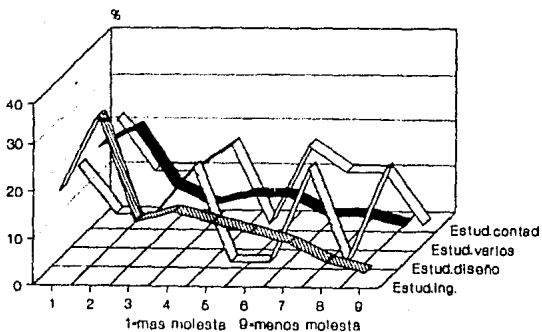
Por sexos
(% / Tendencias)

Grado de molestia:



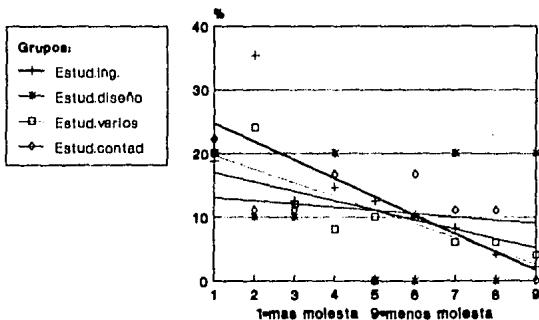
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento con respecto al Ruido Por grupos, parte I (estudiantes) (en porcentajes)



Fuente: Encuesta de usuarios

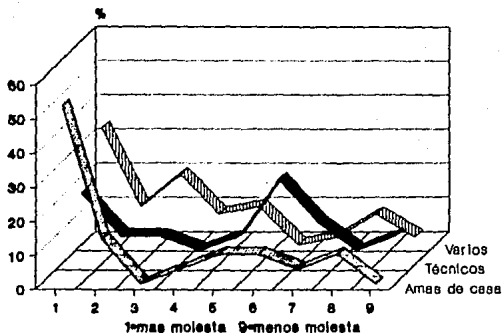
Comportamiento con respecto al Ruido Por grupos, parte I (estudiantes) (Tendencias)



Fuente:
 Encuesta de usuarios

Comportamiento con respecto al Ruido

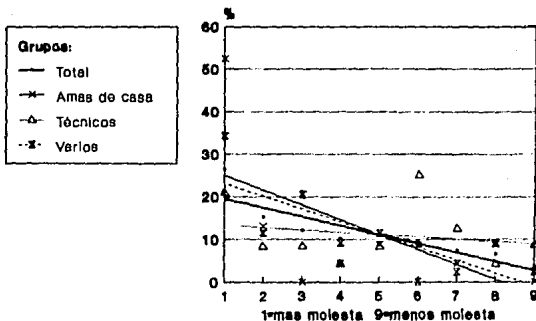
Por grupos, parte II (varios)
(en porcentajes)



Fuente: Encuesta de usuarios

Comportamiento con respecto al Ruido

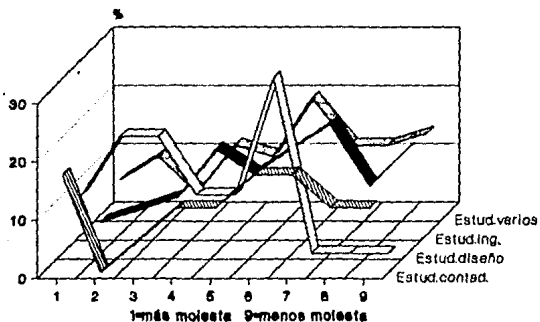
Por grupos, parte II (varios)
(Tendencias)



Fuente: Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Difícil Uso

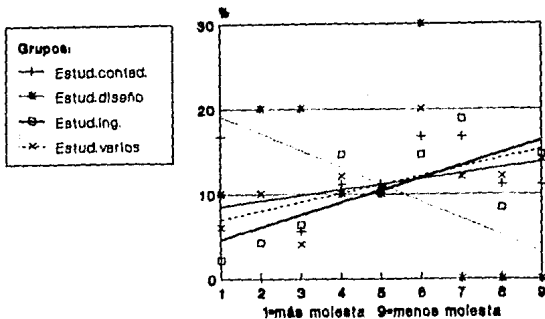
Por grupos, parte 1 (estudiantes)
(en porcentaje)



Fuente:
Encuesta de usuarios

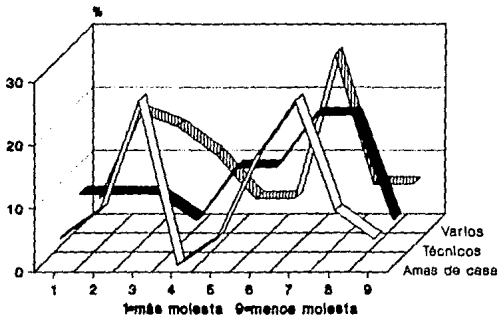
Comportamiento respecto a Difícil Uso

Por grupos, parte 1 (estudiantes)
(Tendencias)



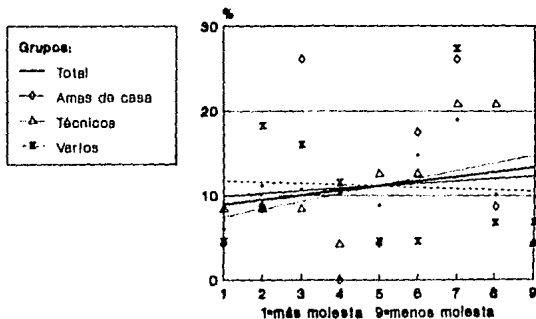
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Difícil Uso Por grupos, parte 2 (varios) (en porcentajes)



Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Difícil Uso Por grupos, parte 2 (varios) (Tendencias)

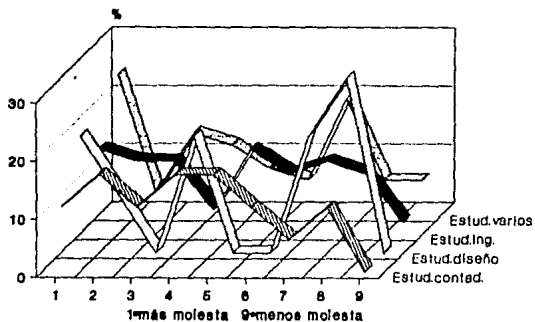


Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Inseguridad

Por grupos, parte 1 (estudiantes)

(en porcentajes)

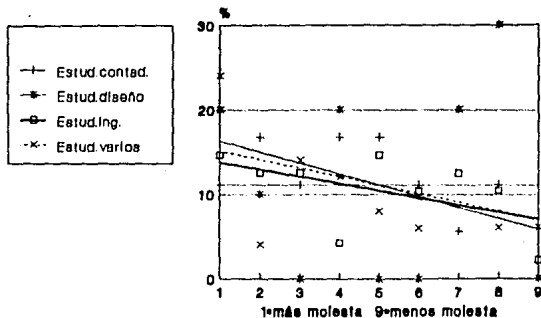


Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Inseguridad

Por grupos, parte 1 (estudiantes)

(Tendencias)

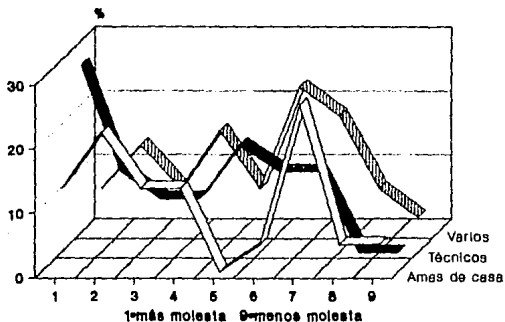


Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Inseguridad

Por grupos, parte 2 (varios)

(en porcentajes)

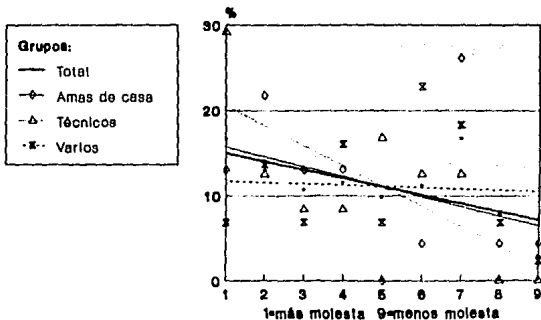


Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Inseguridad

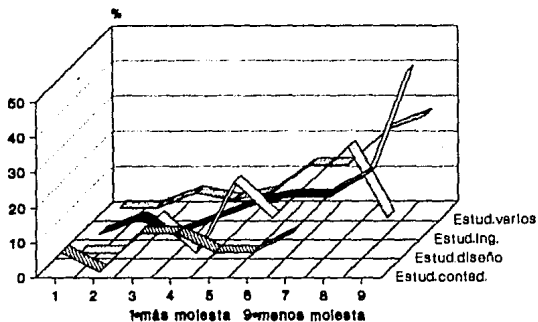
Por grupos, parte 2 (varios)

(Tendencias)



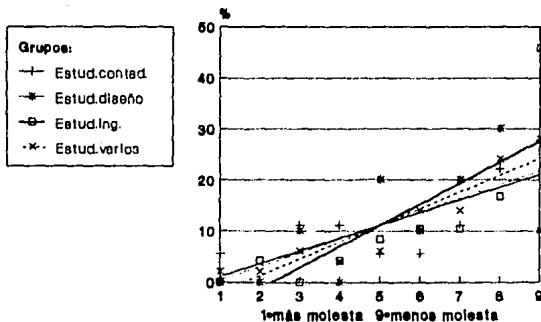
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Antiéstético Por grupos, parte 1 (estudiantes) (en porcentajes)



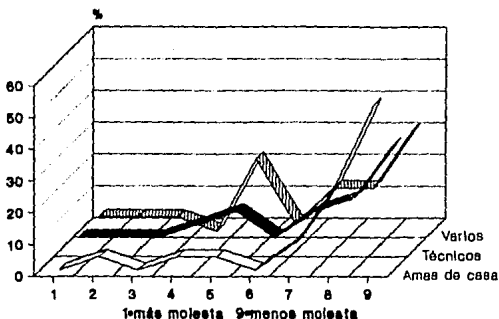
Fuente:
 Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Antiéstético Por grupos, parte 1 (estudiantes) (Tendencias)



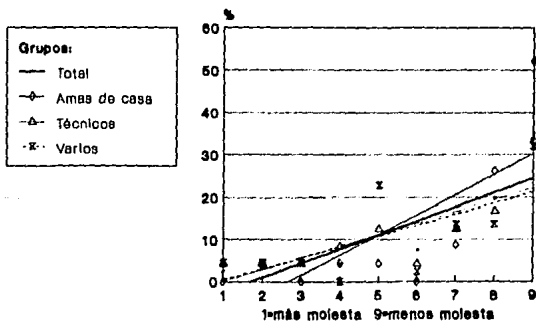
Fuente:
 Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Antiéstético Por grupos, parte II (en porcentaje)



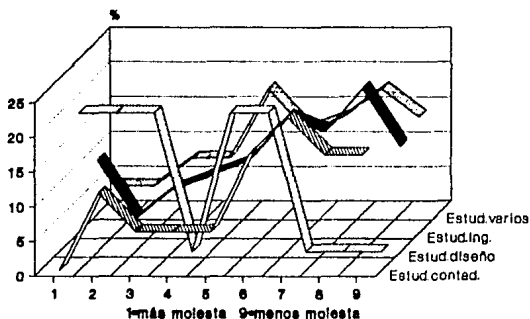
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Antiéstético Por grupos, parte 2 (varios) (Tendencias)



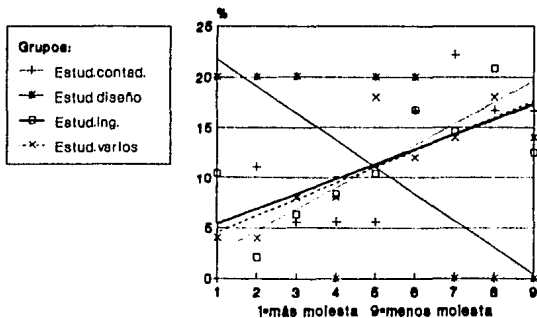
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Cansar Por grupos, parte 1 (estudiantes) (en porcentajes)



Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Cansar Por grupos, parte 1 (estudiantes) (Tendencias)

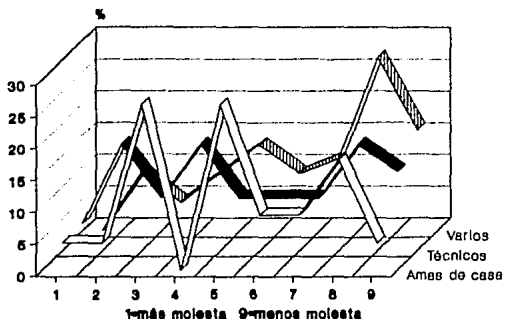


Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Cansar

Por grupos, parte 2 (varios)

(en porcentajes)

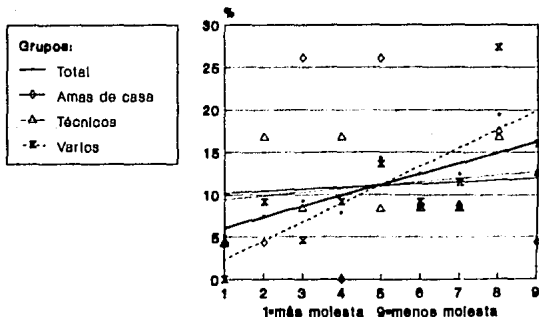


Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Cansar

Por grupos, parte 2 (varios)

(Tendencias)

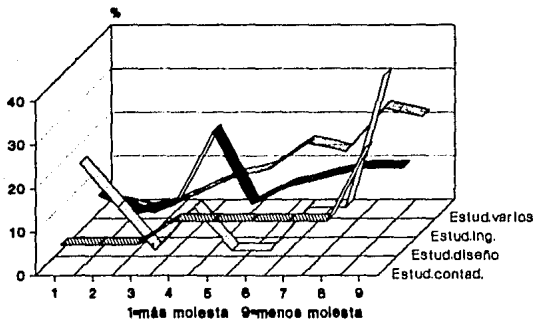


Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a que sea Caro

Por grupos, parte 1 (estudiantes)

(en porcentajes)

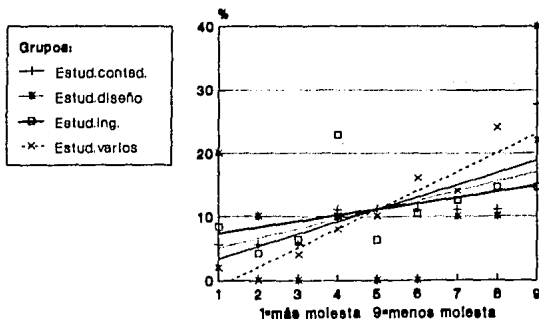


Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a que sea Caro

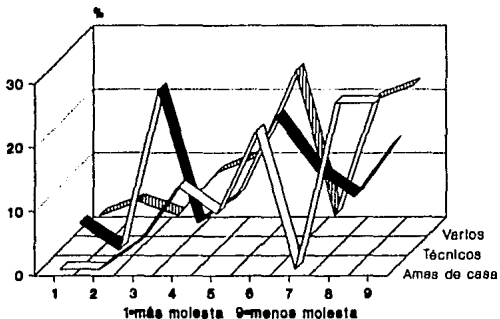
Por grupos, parte 1 (estudiantes)

(Tendencias)



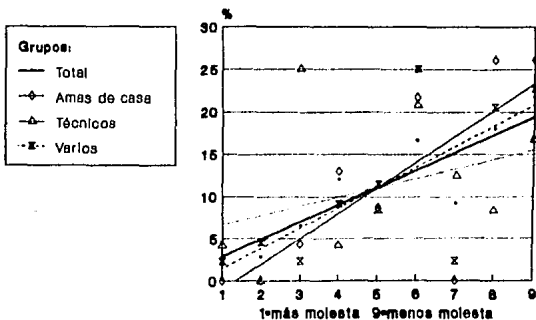
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a que sea Caro Por grupos, parte 2 (varios) (en porcentajes)



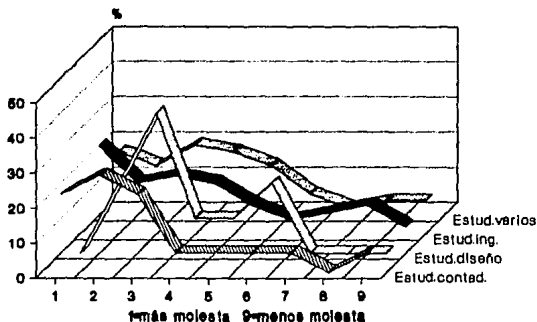
Fuente:
 Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a que sea Caro Por grupos, parte 2 (varios) (Tendencias)



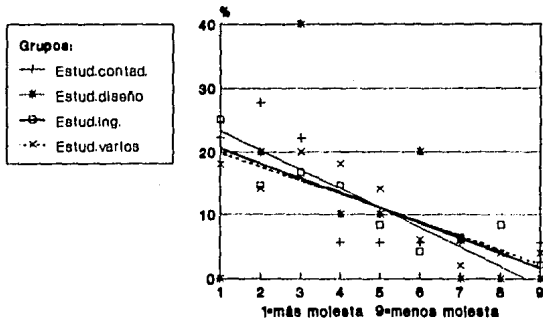
Fuente:
 Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Contaminar Por grupos, parte 1 (estudiantes) (en porcentajes)



Fuente:
 Encuesta de usuarios

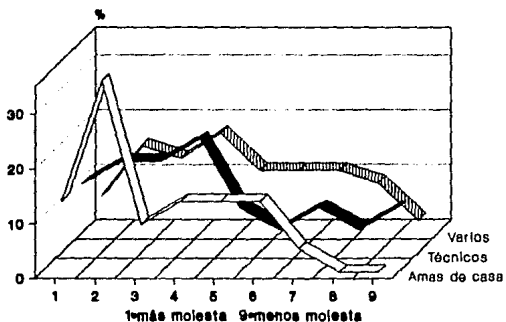
Comportamiento respecto a Contaminar Por grupos, parte 1 (estudiantes) (Tendencias)



Fuente:
 Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Contaminar

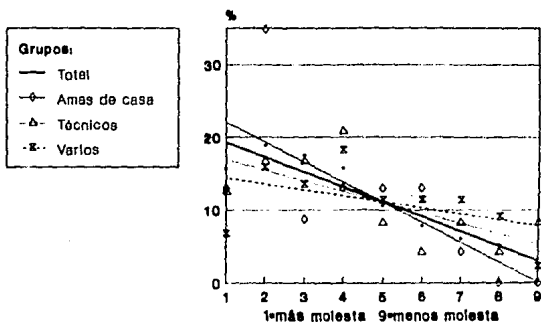
Por grupos, parte 2 (varios)
(en porcentajes)



Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Contaminar

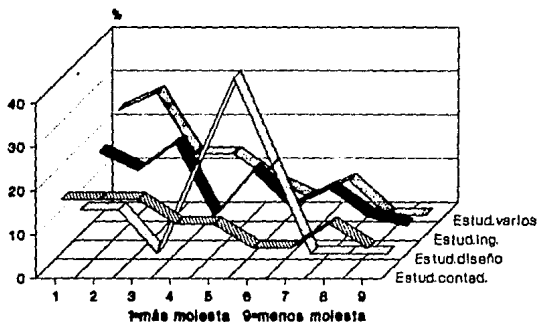
Por grupos, parte 2 (varios)
(Tendencias)



Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Fallar

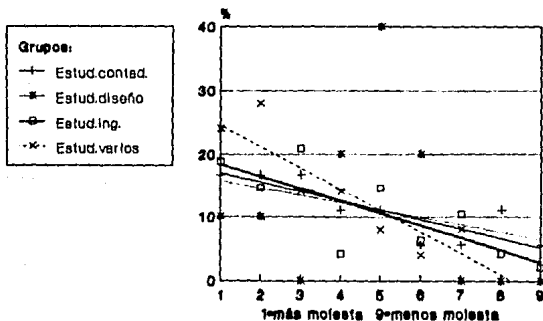
Por grupos, parte 1 (estudiantes)
(en porcentajes)



Fuente:
Encuesta de usuarios

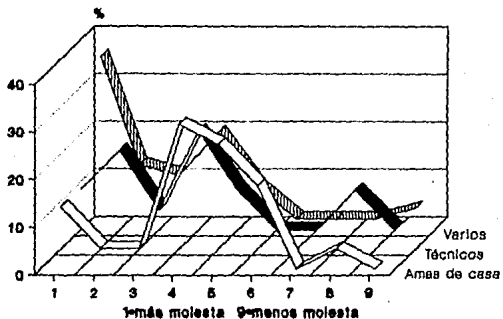
Comportamiento respecto a Fallar

Por grupos, parte 1 (estudiantes)
(Tendencias)



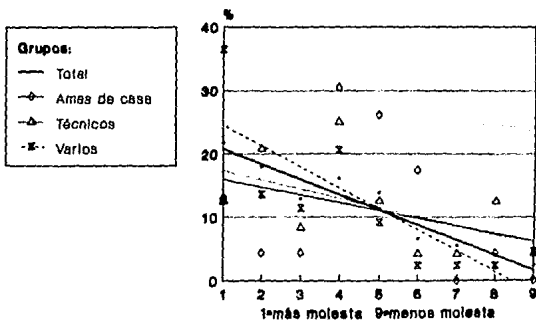
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Fallar Por grupos, parte 2 (varios) (en porcentajes)



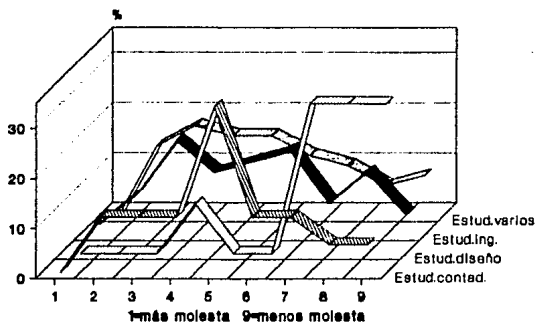
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a Fallar Por grupos, parte 2 (varios) (Tendencias)



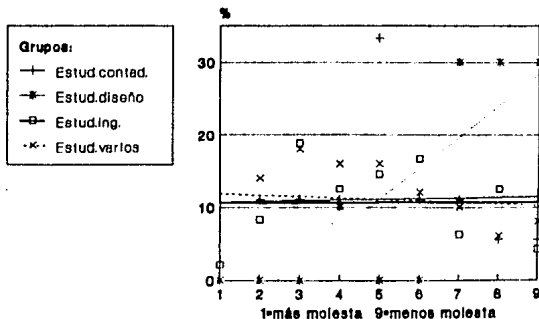
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a No Dura Por grupos, parte 1 (estudiantes) (en porcentajes)



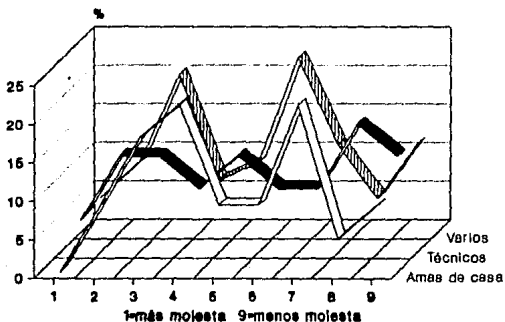
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a No Dura Por grupos, parte 1 (estudiantes) (Tendencias)



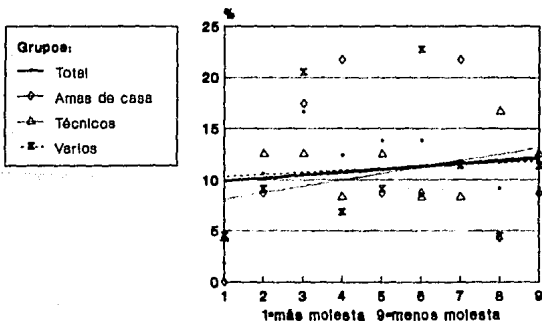
Fuente:
Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a No Dura Por grupos, parte 2 (varios) (en porcentajes)



Fuente:
 Encuesta de usuarios

Comportamiento respecto a No Dura Por grupos, parte 2 (varios) (Tendencias)



Fuente:
 Encuesta de usuarios



12 ENCUESTA 2
MANTENIMIENTO

M A N T E N I M I E N T O :

NOMBRE:
EDAD:
EMPRESA:
CARGO:

1. Qué le *molesta* de ciertas máquinas a las cuales les da mantenimiento?

2. Qué le *agrada* de ciertas máquinas a las cuales les da mantenimiento?

3. Qué tan seguido fallan?

- 4.Cuál es la *principal causa* de las fallas?

5. Después de llevar a cabo el mantenimiento de una máquina, siente cansancio *físico o mental*?

6. Qué *ventajas* existen entre el mantenimiento de una máquina con respecto a la de otra? Porque?

7. Dar 5 causas por las cuales una máquina tiene un *fácil* mantenimiento.

8. Dar 5 causas por las cuales una máquina tiene un *difícil* mantenimiento.

9. *Cuántos* tipos de mantenimiento (más sencillo o más complejo) aplica?

10. Se llevan *registros* del mantenimiento que se va efectuando a una máquina?

11. Se necesitan muchos *conocimientos o experiencia* para dar mantenimiento a las máquinas?

12. Qué tan *rápido* es diagnosticar una falla?

13. Es alto el *costo de instalación* de un taller para mantenimiento? Porqué?

1 ENCUESTA 2:RESPUESTAS AL CUESTIONARIO DE MANTENIMIENTO.1. Qué le molesta de ciertas máquinas a las cuales les da mantenimiento?

Para esta pregunta se observó entre las respuestas que los equipos no son diseñados con la idea de que *van a necesitar mantenimiento*, teniendo por consecuencia dificultades al desarmar, dificultades de espacio, etc. También se vio que molesta mucho la *actitud de los usuarios hacia las máquinas*, como lo es tenerlas sucias, no preparadas para recibir el mantenimiento, en mal estado, maltratadas en exceso, metiéndole mano sin tener los conocimientos adecuados, no contar con los *manuals necesarios*; mostrando prepotencia hacia los empleados que efectúan el mantenimiento, etc.

También molestan factores como el *ruido* y las *distracciones* en el trabajo.

Se puede ver que existen errores desde el diseño, pero también hay que notar que debe ocurrir un cambio en las gentes, que son usuarios, ya que las actitudes que toman (entendiendo por actitud el cuidado o descuido en el uso) molestan más que las mismas fallas en la maquinaria.

2. Qué le agrada de ciertas máquinas a las cuales les da mantenimiento?

Se puede decir que es la contraparte de la pregunta anterior. En lo referente al diseño, alguien contestó: "Me agrada que una máquina sea extranjera, ya que todo está donde debe de estar".

Además agrada poder trabajar con *espacio* y *luz* suficientes.

En cuanto a los usuarios, el que tengan la *máquina lista* y *en buen estado* para el mantenimiento es de mucha ayuda.

Otro aspecto que sobresale es la *satisfacción personal* que produce el trabajo por sí mismo.

3. Qué tan seguido fallan?

Depende mucho del equipo de que se trate, pero lo que sí es cierto es que con un *buen uso* y un *adecuado mantenimiento preventivo* las fallas se minimizan; lo que no se puede evitar es que el aparato llegue al fin de su vida útil. Lo que sí se puede concluir es que en general los aparatos son confiables.

4. Cuál es la principal causa de las fallas?

Por mucho, la principal causa de fallas es el *mal uso de parte de los usuarios*, aunque existen otros factores como el *deshgaste propio* de las máquinas, o cosas imprevisibles, como las variaciones de voltaje, accidentes etc.

Una falta de mantenimiento o el abandono también es causante de fallas.

5. Después de llevar a cabo el mantenimiento de una máquina, sientes cansancio físico o mental?

Depende del trabajo que se realice, ya que tratándose de trabajos minuciosos (como en electrónica) es sobretodo cansancio *mental*; pero en trabajos de desarmar y cargar piezas pesadas y grandes el cansancio originado es más bien físico.

6. Qué ventajas existen entre el mantenimiento de una máquina con respecto a la de otra? Por qué?

Las ventajas son por *mejor diseño* (son más fáciles de desarmar, tienen un acceso más sencillo, diseños más simples, etc.). También una ventaja es la *experiencia* que se tenga; otra es el tipo de máquinas a las cuales se les efectúa un mantenimiento, ya que las muy minuciosas son más difíciles.

9. Cuántos tipos de mantenimiento (más sencillo o más complejo) aplica?

Preventivo, correctivo, de emergencia y de calendario.

10. Se llevan registros del mantenimiento que se va efectuando a una máquina?

En general todos llevan *algún tipo de registro*, los cuales pueden ser bitácoras, ordenes de trabajo, notas, libretas personales, etc.

11. Se necesitan muchos conocimientos o experiencia para dar mantenimiento a las máquinas?

Se necesita una base de conocimientos y mucha práctica, la cual se obtiene con el tiempo. La experiencia es muy importante.

12. Qué tan rápido es diagnosticar una falla?

Depende de la *experiencia* y de los *conocimientos* que se tengan, ya que contando con estos, el diagnóstico resulta en un corto tiempo.

13. Es alto el costo de instalación de un taller para mantenimiento? ¿Por qué?

En general sí, sobre todo por la inversión que hay que llevar a cabo en *herramientas y equipo*.

13 CONCLUSIONES

13 CONCLUSIONES:

Al realizar el presente trabajo nos hemos dado cuenta de lo *amplio* y lo *virgen* que esta el campo de la ergonomía. Involucra tantas áreas y tantos factores que es muy difícil poder reunir en un sólo estudio todo esto; a la vez es una *invitación a trabajar en esta área*, ya que tanto en México como en el mundo en general la ergonomía está empezando, y *hay mucho por desarrollar*, para lo que se necesitan profesionales involucrados en esta área, así como una concientización de su importancia en el diseño, y su aplicación en nuestro país, *desarrollando nuestros propios estándares de diseño y dejando de imitar los del extranjero.*

En un país como el nuestro *ahora es el momento en el que se debe dar énfasis a la ergonomía*, involucrándola en la industria, así como a los sistemas educativos; esto es, ampliando más la visión e involucrando más a la ingeniería y a otras ciencias, cuestión que por lo menos en la Facultad de Ingeniería de la UNAM está muy relegada, cuando *debería ser una materia principal en el módulo de diseño*, ya que es de suma importancia.

Creemos que al empezar nuestro trabajo, teníamos una idea de lo que era la ergonomía; ahora que está terminado sabemos que hay mucho camino por recorrer y que lo hecho hasta hoy es solo un pequeño paso.

Pensamos que es muy importante remarcar el capítulo de las encuestas, al cual es la parte medular de la tesis, ya que es única en lo que se refiere a la *manera de obtener los datos ergonómicos necesarios para el proceso de diseño.*

Aunque el trabajo de procesar todas las respuestas se simplifica bastante con el uso de la computadora, los resultados numéricos no son fácilmente asimilables, por lo que recomendamos ampliamente el *uso de gráficas, tanto informativas como comparativas*, ya que se logra aumentar la comprensión y el aprovechamiento de los datos arrojados por las encuestas de una manera muy significativa. Además se recomienda mantener un estilo de gráfica dentro de una misma idea, ya que se logra una transmisión de información mas completa.

Creemos que nuestra tesis involucra todo lo importante en lo referente a la ergonomía en el diseño, aunque dista mucho de ser la *biblia de la ergonomía para el diseñador*; lo que es cierto es que damos las pautas para ampliar lo que hemos empezado, esperando que el diseñador logre sus objetivos en cuanto a lo que en ergonomía se refiere.



14 ANEXOS

14.1 ANTRÓPOMETRÍA DE TRABAJADORES MEXICANOS:

Existen algunos estudios con resultados de las mediciones antropométricas de trabajadores mexicanos hombres y mujeres:

- a. 100 mujeres de Xalapa, 100 mujeres de Córdoba, 100 hombres de Xalapa y 100 hombres de Córdoba, en el estudio antropométrico del estado de Veracruz, de Faulhaber (1955).
- b. 100 mujeres y 195 hombres estudiantes de una escuela preparatoria de la ciudad de México, de alto nivel socioeconómico, reportados por Romero (1976).
- c. 572 mujeres estudiantes, 176 mujeres trabajadoras, 1346 hombres estudiantes, y 233 mujeres trabajadoras, todos de la Universidad Nacional Autónoma de México, medidos por Casillas y col. (1978).
- d. 5 mujeres y 6 hombres que trabajan en una sección dentro de una empresa químico-farmacéutica de la ciudad de México, del trabajo de Casillas y Vargas (1979), que llamaremos *industria química 1*.
- e. 50 trabajadores de una empresa textil de la ciudad de México, estudiados por Cuéllar y col. (1980).
- f. 76 usuarios de máquinas herramientas reportados por Aguirre (1980), y por Casillas y Vargas (1982).
- g. 312 mujeres enfermeras del Hospital General de México de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, por Barrientos (1982).
- h. 717 mujeres y 811 hombres de 18 a 22 años de edad, estudiantes de la Universidad Iberoamericana, publicados por Corral (1982).
- i. 32 series de hombres indígenas y mestizos estudiados en diferentes épocas y por varios investigadores, recopilados y analizados por Montemayor (1984), y que se puede considerar una muestra mexicana.
- j. 115 usuarios de perforadoras neumáticas de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Departamento del Distrito Federal, con edades entre los 18 y 53 años, estudiados por Silva y Valdés (1986).
- k. 357 mujeres y 289 hombres profesionales, trabajadores administrativos y beneficiarios del Instituto Mexicano del Seguro Social en el área metropolitana de la ciudad de México, estudiados por Carrasco y Morales (1989).
- l. 60 obreras de una planta de acondicionamiento de antibióticos, y que llamaremos *industria química 2*.
- m. A título informativo se incluyen las normas norteamericanas de diseño, tomadas de Vargas y Casillas (1982).

14. TÉCNICA PARA LA TOMA DE LAS MEDICIONES ANTRÓPOMETRICAS.

1. Peso:

Se toma con la persona vestida con el mínimo de ropa y sin calzado, de preferencia únicamente con ropa interior. Se emplea una báscula tipo romana, es decir, sin resortes. Las más accesibles son las básculas clínicas, pero también pueden usarse las que pesan la materia prima. El peso se registra en *hectogramos*. Por ejemplo, una persona que pese 71 kg y 800 gr se anotará como 071.8 ; una que pese 105 kg con 500 gr se registrará como 101.5 , y otra con peso de 64 kg exactos se señalará como 064.0 . Esta medida es un indicador general del volumen de la persona, y ayuda a establecer su *robusticidad*. Combinado con la talla, brinda información sobre el estado de nutrición.

2. Talla:

Se toma con el *antropómetro*, o con un *estadiómetro de pared*. La persona debe de estar descalza, pero con la ropa que emplea normalmente en el trabajo. La talla o estatura se mide en *mm*. Al tomar la medida la persona debe de tener los pies juntos y estar en la posición de "firmes", pero sin estirar su cuerpo. La cabeza no debe estar inclinada hacia atrás ni adelante. La talla es la medida más accesible del *tamaño vertical de las personas* y es una guía útil para comprender las características generales de la población estudiada.

3. Alcance vertical máximo de los nudillos:

Se registra en *mm*, con el antropómetro, pidiendo a la persona que apoye los pies firmemente en el suelo y eleve los brazos y antebrazos lo más alto posible, cerrando las manos en puño. La medida se toma del suelo hasta los nudillos de la mano izquierda cerrada. Sirve para calcular lo más alto que una persona puede colocar objetos o manejar controles secundarios.

4. Altura al ojo:

Se registra en *mm*, con el antropómetro, en la misma postura de la talla, pero se mide del piso a la altura del ojo izquierdo. Proporciona la *altura máxima para objetos que requieren control estando de pie*, tomando en cuenta que el ángulo visual horizontal es de 30° y que los objetos que requieren control visual más preciso deben estar a un ángulo que no requiera mantener la cabeza vertical, ni elevarla.

5. Altura al hombro:

Se registra en mm, con el antropómetro, en la misma postura que la talla. Se mide del piso a la altura máxima del hombro izquierdo, con la ropa de protección puesta. Esa distancia es la más adecuada para colocar objetos que requieren control visual cuidadoso, y es la máxima a la que deben estar los controles que tengan una importancia secundaria en el proceso.

6. Altura al codo:

Se registra en mm, con el antropómetro, en la misma postura que la talla. Se toma del piso al ángulo más bajo del codo izquierdo, cuando esa articulación se encuentra flexionada en ángulo recto, pegada y paralela al tronco. Sirve para calcular la altura a la que deben estar los controles más empleados y la altura de la superficie de trabajo, si la persona está de pie.

7. Altura a destilión:

Se registra en mm, con el antropómetro, en la misma postura que la talla. Se mide del piso al punto más bajo del dedo medio izquierdo, cuidando que los hombros no se bajen. Sirve para calcular el nivel más bajo al que pueden colocarse objetos que la persona deba de levantar.

8. Diámetro bicromial:

Se registra en mm, con el antropómetro, en la misma postura que la talla. Mide la anchura máxima de los hombros con la ropa de protección puesta. Las medidas de las personas más anchas ayudan a calcular la anchura mínima de puertas y espacios, aunque ésta no sea la más recomendable.

9. Diámetro bicrestal:

Se registra en mm, con el antropómetro, en la misma postura que la talla. Mide la anchura máxima de las crestas iliacas, o sea de la pelvis. Combinada con la medida anterior es un indicador adecuado de la forma general del cuerpo y de las diferencias entre los sexos.

10. Alcance horizontal a nudillos:

Se registra *en mm*, con el antropómetro, en la misma postura que la talla, pero con el brazo izquierdo extendido de manera horizontal hacia adelante, con la mano empuñada. Se mide la distancia de la parte posterior del hombro hasta los nudillos y ayuda a calcular la *distancia más lejana a la que se deban de colocar los controles.*

11. Anchura codo-codo:

Se registra *en mm*, con el antropómetro, en la misma postura que la talla, pero con los dos puños apoyados sobre las crestas iliacas. Se mide la distancia máxima entre los dos codos y ayuda a calcular la *anchura de pasillos, puertas y espacios de trabajo.*

12. Talla sentado:

Se registra *en mm*, con la persona sentada en una superficie plana, como una mesa baja, apoyando firmemente los pies descalzos en el suelo, y con el tronco y la cabeza en posición de erguido. Se mide del plano del asiento a la parte más alta de la cabeza. Esta medida es útil para calcular la *altura mínima para el techo de espacios en que se trabaja sentado*, como son las cabinas de vehículos del tipo de los montacargas. Según la finalidad para la que se toma la medida, habrá que registrarla con o sin el casco de protección puesto.

13. Altura plano del asiento-ojos:

Se registra en la misma postura que la anterior, pero hasta la altura del ojo izquierdo. Cumple la misma función que la medida homóloga tomada de pie, pero para las *tareas que se llevan a cabo sentado.*

14. Altura del plano del asiento al ángulo del omóplato:

Se registra igual que la talla sentado, pero se mide del plano del asiento al ángulo más bajo del omóplato izquierdo. Se emplea para calcular la *máxima altura de los respaldos de los asientos.*

15. Altura plano del asiento al codo:

Se registra igual que la talla sentado, pero con el brazo izquierdo flexionado en ángulo recto y pegado al tronco. Se mide del plano del asiento al ángulo más bajo del codo izquierdo flexionado, y sirve para calcular la altura de la superficie de trabajo.

16. Altura del piso al hueso popliteo:

Se registra en la postura de la talla sentado. Se mide la distancia del piso al ángulo que forma la cara posterior de la pierna izquierda, al encontrar al muslo flexionado. Con ella se calcula la distancia del piso al asiento.

17. Altura del piso a la cara superior del muslo:

Se registra en la postura de la talla sentado, y se mide del piso a la parte más alta del muslo izquierdo flexionado. Con ella se calcula la altura mínima que puede tener una superficie de trabajo, tomando en cuenta su espesor. Con la altura al codo flexionado se calcula la parte superior de la superficie de trabajo. Esta medida ayuda a calcular la altura más baja de la parte inferior de dicha superficie. Si es más baja, no permite la entrada de las rodillas estando sentado.

18. Anchura máxima de las caderas:

Se mide la anchura máxima de las caderas, con la persona sentada. Se emplea para calcular la anchura de los asientos.

19. Distancia codo-nudillos:

Se mide indistintamente sentado o de pie, se registra en mm. Se mide la distancia del codo izquierdo a los nudillos, con el codo flexionado a 90° y los brazos pegados y paralelos al tronco. Ayuda a calcular la distancia más cómoda para trabajar hacia el frente y por lo tanto aquella en que deben situarse los trabajos que requieran mayor atención o trabajo cuidadoso.

20. Distancia del sacro al tercio medio del muslo:

Se registra en mm y en posición sentada. Se mide desde el plano en que el sacro se pega al respaldo del asiento hasta una línea que une el tercio medio con el anterior del muslo izquierdo, estando esta parte del cuerpo horizontal, como sucede al estar sentado. Con ella se calcula la profundidad de los asientos.

21. Distancia del sacro a la rodilla:

Se registra igual que la anterior, pero se mide hasta la parte más anterior de la rodilla izquierda. Con ella se calcula la *profundidad del hueco que debe existir bajo la superficie de trabajo* y que permite colocar cómodamente las piernas.

22. Altura del tacón:

Se mide en mm la altura del tacón del calzado que emplee normalmente la persona. Con ella se calcula el *margin* que debe tomarse en cuenta para calcular las *dimensiones verticales*, ya que lo común es que se trabaje con zapatos. Esto es más aconsejable que tomar las medidas con los zapatos puestos, ya que varía mucho, en vista de que no se usa el mismo calzado todos los días.

23. Dexteridad:

Para algunos casos es importante conocer la proporción de zurdos, diestros y ambidiestros que existen. Se pregunta cuál es la mano que usa de preferencia para escribir o llevar a cabo sus actividades habituales.

24. Uso de anteojos:

Es importante saber cuál es la proporción de las personas que usan anteojos para corregir defectos de refracción, ya que así se sabe cuántos requieren anteojos de protección sencillos o de los que se colocan sobre los anteojos correctores de defectos.

25. Visión de los colores:

En México, *B de cada 100* hombres no percibe los colores de manera normal. La mayor parte de ellos no está consciente de este defecto. Por lo tanto es necesario identificarlos, ya que no es conveniente darles responsabilidades en que sea importante reconocer tonos y colores. Para ello se emplean unas tablas hechas por Ishihara, que permiten el diagnóstico de manera sencilla.



15 BIBLIOGRAFIA

15 BIBLIOGRAFIA:

Martínez-Cortés, Fernando (Coordinador).
"Antropometría: un estudio con criterio ergonómico".
Serie Salud y Trabajo, México, Novum Corporativo, 1988.

Osborne, David J.
"Ergonomía en acción".
Primera edición. Ed. Trillas, México, 1987.

Panero, Julius / Zelnik, Martin.
"Las dimensiones humanas en los espacios interiores".
Cuarta edición. Ediciones Gustavo Gili, México, 1989.

Sanders, Mark S. / McCormick, Ernest J.
"Human Factors in Engineering and Design".
Sixth edition. McGraw Hill Book Company, 1987.

Vargas, Luis Alberto.
"Antropometría, ergonomía y salud en el trabajo".
La salud en el trabajo, México, 1988.

BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA:

- Aguirre Sánchez, Fernando
"Bases ergonómicas para el diseño mecánico en México".
Ergonómica 1.
México D. F. 1980.
- Barrientos Lavín, Gustavo.
"Estudio somatométrico de personal de enfermería del Hospital General de la Secretaría de Salud, una aplicación ergonómicas".
Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Antropológicas.
Escuela Nacional de Antropología e Historia.
México, D. F. 1982.
- Carrasco, Rafael / Morales Martínez, Irene / Morales Martínez Leonor.
"Estudio somatológico en población urbana del Valle de México".
Tesis para obtener el grado de Licenciadas en Antropología Física.
Escuela Nacional de Antropología e Historia.
México, D. F. 1989.
- Casillas, Leticia E./ Vargas, Luis Alberto/ Martínez Malo, Luz María.
"Antropometría de estudiantes y trabajadores universitarios:
comunicación preliminar".
Anales de antropología XV.
México, D. F. 1978.
- Casillas, Leticia E / Vargas, Luis Alberto.
"La ergonomia y la antropología física".
Anales de antropología XVI.
México, D. F. 1979.
- Cuéllar, Alfredo / Castellanos, Javier / Ayala, Daniel / Salazar, Georgina / Cortés, Alejandro.
"Análisis de la relación talla-altura del plano de trabajo en los sistemas hombre-máquina en una empresa textil".
Ergonómica 1.
México, D.F. 1980.
- Datshkovsky Bardaj, Sergio.
"Estudio básico y aplicaciones de la ergonomia a la industria manufacturera nacional".
Tesis profesional para obtener el título de ingeniero mecánico electricista, Facultad de Ingeniería, UNAM.
México, D.F. 1968.

- Faulhaber, Johanna.
"Antropología física de Veracruz".
Gobierno del estado de Veracruz.
Editorial Cultura.
2 tomos.
México, D. F. 1955.
- Montemayor García Felipe.
"Los datos antropométricos de grupos masculinos mexicanos".
Estudios de antropología biológica.
México, D. F. 1984.
- Romero Molina, Javier.
"La población actual de México".
Antropología física, época moderna y contemporánea.
Instituto Nacional de Antropología e Historia.
Colección México, panorama histórico y cultural. Vol X.
México, D. F. 1976.
- Silva Monterrey, Nalúa Rosa / Valdés García María Juana.
"Las perforistas del D. F. : un estudio de antropología física".
Tesis para obtener el grado de licenciadas en antropología física.
Escuela Nacional de Antropología e Historia.
México, D. F. 1986.
- Vargas, Luis Alberto.
"Antropometría, ergonomía y salud en el trabajo".
La salud en el trabajo.
México, D. F. 1988.
- Vargas, Luis Alberto.
"Antropometría: un estudio con criterio ergonómico".
Revista Salud y Trabajo.
México, D. F. 1989.