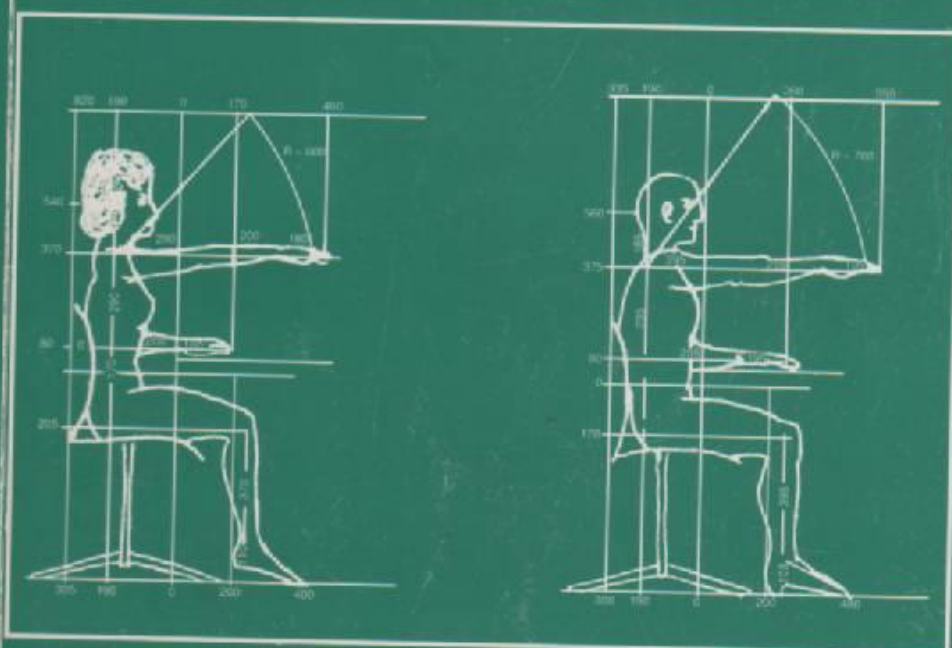


# ERGONOMÍA

José Luis Melo



EDICIONES  
**journal**

En el año 1984, comencé a redactar para mis alumnos de la materia Organización Industrial –de la carrera de Analista de Sistemas de la Universidad Tecnológica Nacional– algunos apuntes que contenían conceptos sobre ergonomía. En ese entonces no imaginé la magnitud del trabajo que iniciaba, ya que en 1990 la acumulación de resúmenes, apuntes, experiencias e investigaciones dio origen a dos manuales destinados exclusivamente a los alumnos de la cátedra de Ergonomía de la Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo de la Universidad de Morón.

A partir de esa primera compilación de material, mi trabajo se orientó a la preparación de un texto con toda la experiencia y el conocimiento que adquirí en diversas tareas de asesoramiento a empresas sobre aspectos ergonómicos de los puestos de trabajo. La intención fue no solo ofrecer un libro para los alumnos, sino también para los técnicos y profesionales interesados en el tema. Fue entonces cuando comenzó a tomar forma definitiva *Ergonomía*, que presenta además de un amplio contenido teórico, gran cantidad de gráficos, dibujos y fotos. En el proceso, se agregaron Diego Callegaris y Mariano De Napoli, quienes hicieron aportes para mejorar la redacción e incluir los gráficos y figuras mejorando el enfoque didáctico que buscaba el texto.

En esta versión definitiva, se agregaron las normas IRAM y las disposiciones legales para la conformación de puestos de trabajo en Argentina con el objetivo de acercar el contenido a la realidad del sistema de prevención y a la aplicación de los sistemas de seguridad y salud ocupacional (SySO) según las normas IRAM 3800 y BS 8800. Además se actualizó el texto para hacerlo compatible a la nueva normativa en Argentina (Resolución MTESS N° 295/2003) y la evolución internacional.

Esperamos, entonces, que el libro sea una herramienta útil para todos aquellos que quieran introducirse en los principios ergonómicos.

José Luis Melo  
Abril 2005

# 1. INTRODUCCIÓN A LA ERGONOMÍA

## 1.1. Contenido y objetivos de la Ergonomía

La Ergonomía es la parte de estudio del trabajo que, valiéndose de conocimientos anatómicos, fisiológicos, psicológicos, sociológicos y técnicos, desarrolla métodos para la determinación de los límites que no deben ser superados por las personas en la realización de las distintas actividades laborales, según se expresa en varios libros alemanes, especialmente los que sostienen la metodología REFA (REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V. Darmstadt).

Sin embargo, nos es posible encontrar tantas definiciones como autores sobre el tema, todas correctas desde el punto de vista técnico. Para iniciarnos en el abordaje y dar una idea más clara de la materia, preferimos definir a la **Ergonomía como la adaptación del entorno al individuo**, dejando a un lado el encasillamiento del concepto en el área del trabajo. Tal como lo veremos a lo largo del libro, la Ergonomía se aplica a todo el entorno de las personas, ya sea en el ámbito laboral, en el hogar, en el transporte, en el deporte, etc. Al referirnos específicamente al área del trabajo, la Ergonomía suele definirse como la humanización del trabajo y el confort laboral.

Resulta casi imposible responder al origen de la Ergonomía como disciplina. En cuanto a la utilización y creación del término, también hay dudas y divergencias. En su libro *Ergonomía I*, Pedro R. Mondelo, Enrique Gregori Torada y Pedro Barrau Bombardo dicen (2000):

“El término **Ergonomía** proviene de las palabras griegas **ergon** (trabajo) y **nomos** (la ley, norma o doctrina). La primera referencia a la Ergonomía aparece recogida en el libro del polaco Wojciech Jastrzebowski (1857) titulado *Compendio de Ergonomía o de la ciencia del trabajo basado en verdades tomadas de la naturaleza*, que según la traducción de Pacaud (1974) dice: “ para empezar un estudio científico del trabajo y elaborar una concepción de la ciencia del trabajo en tanto que disciplina, no debemos supeditarla en absoluto a otras disciplinas científicas, para que esta ciencia del trabajo, que entendemos en el sentido no unilateral del trabajo físico de labor sino de trabajo total, recurra simultáneamente a nuestras facultades físicas, estéticas, racionales y morales...”

Indudablemente fueron los ingleses quienes impusieron el término en el mundo actual. Fue Murrell quien lo lanzó al formar parte de la primera sociedad inglesa de Ergonomía, *Ergonomics Research Society*, fundada en junio de 1949 por filósofos, psicólogos e ingenieros.

Más allá de quien se atribuya la creación o autoría de la disciplina, la Ergonomía es un conocimiento aplicado desde siempre a la búsqueda natural de la adaptación de los objetos y el medio a las personas. Estos saberes implican la comprensión de los límites del esfuerzo del ser humano a fin de no provocar transgresiones que causen daños.

Ya en la Antigüedad distintas civilizaciones fueron concientes de la necesidad de la adaptación del medio al individuo, y en consecuencia desarrollaron diferentes métodos para la reproducción del trabajo.

Si pensamos en la prehistoria nos damos cuenta de varios hechos, hace menos de 20.000 años el hombre no era más que un animal cazador recolector, hasta que no se sabe cómo se dio cuenta que si tomaba las semillas y las plantaba en la época de nacimiento del vegetal, está germinaba y le daba una planta que él deseaba, de esta forma puede haber nacido la ergonomía, pues al comienzo debe haber introducido con el dedo las semillas en la tierra, ¿hasta cuándo?; hasta que le dolió el dedo, y luego pensó como podía evitarlo, haciendo un agujero con un palito para luego colocar la semilla y tatarla, de nuevo la pregunta ¿hasta cuándo?; hasta que le dolió la cintura, entonces usó una vara más larga, ¿hasta cuándo?; hasta que le dolieron los brazos.

De esa forma podemos imaginarnos todo el desarrollo de la civilización, ahora el hecho de cambiar para que no le duela de crear una herramienta como para evitar molestias es una acción ergonómica, es lo que se busca en ergonomía el de ir adaptando el medio en beneficio del hombre

Pensemos en los egipcios, de quienes se ha dicho que utilizaron miles de esclavos para realizar sus obras faraónicas y que arrastraron grandes bloques de piedras mediante rodillos de madera montados en planos inclinados, entre otras suposiciones. Si aplicamos el sentido común a estas afirmaciones, observamos que esas técnicas no fueron posibles por varias causas: en primer lugar, el suelo arenoso de Egipto no lo habría permitido sin la previa construcción de caminos o la utilización de maderas duras – inexistentes en la región–; en segundo lugar, habrían necesitado un número superior de esclavos de los que podían conseguir como botín de guerra (pensemos también en el debilitamiento de un ejército en

permanente beligerancia y en las difíciles condiciones de vida de los sometidos –muerte, hambre, enfermedad–), por lo tanto esta hipótesis se hace insostenible. Actualmente se sabe que los egipcios utilizaron palancas para el izamiento de los bloques de piedra en las pirámides y transporte fluvial entre las canteras y las obras. Es innegable que los egipcios intuyeron la *soportabilidad* de los esclavos y los límites a los cuales podían someterlos sin que sufrieran daño; seguramente también supieron como exigir grandes esfuerzos dentro de límites tolerables durante un tiempo diario aceptable (soportable) y la necesidad de otorgar períodos de descanso. Con el fin de reproducir este sistema de trabajo, se les permitía a los esclavos tener mujer e hijos, garantizándose así la provisión de nuevos esclavos sin necesidad de ir a la guerra.

Por lo tanto, encontramos precedentes antiquísimos del conocimiento de los límites del trabajo sobre la base de la Ergonomía. Así lo prueban los importantes descubrimientos de los egipcios (por ejemplo, el hallazgo de graneros para esclavos), señalando que de forma intuitiva o no se conocía el funcionamiento ergonómico. Por otra parte, también se registran antecedentes de afecciones oculares, enfermedades parasitarias contraídas por el barro y las aguas sucias; asimismo se sabe que en determinados períodos el trabajo en las construcciones se consideraba despreciable y era reservado solamente para los esclavos, y en otros, como en la época de Ramsés II, los documentos históricos dan cuenta de la existencia de mejores condiciones laborales para aquellos que trabajaran en la construcción de los monumentos y de atención sanitaria para los que se accidentaran en este trabajo, siendo este el primer antecedente histórico de seguro médico.

En Grecia, Hipócrates legó unos 70 escritos en los que menciona, entre otros conocimientos científicos necesarios para el estudio de las enfermedades, factores tales como la salubridad, climatología, fisioterapia, etc. Su legado destaca como elementos desencadenantes de muchas afecciones a los vientos, la humedad, el agua, el suelo, las condiciones del hábitat, los efectos de los esfuerzos y las posturas, y también trata enfermedades tales como el saturnismo y la anquilostomiasis (típicas de los mineros).

En Roma, cuna del derecho, encontramos antecedentes de mucho interés en el Digesto, en la obra de Ulpiano, Gayo, Justiniano, etc., en los que podemos observar la manera en la que el derecho romano limitaba y otorgaba responsabilidades a los amos y a los jefes de familia sobre las acciones de su gente. Se establecían jerarquías de acuerdo con los distintos tipos de trabajo (artesanos, artistas, agricultores, etc.); se beneficiaba a los trabajadores especializados con el desarrollo de tablas de ajuste (que exigían al patrón contemplar las medidas de seguridad); se daba a los jornaleros un lugar de jerarquía mayor que a los esclavos, sometidos muchas veces a condiciones infrahumanas de trabajo.

Por otra parte, Marcial, Juvenal y Lucrecio nos informan en sus trabajos sobre la presencia de enfermedades en esclavos y trabajadores (fundamentalmente mineros). A este tema también se refieren Galeno (siglo II AC) y Plinio el Viejo (siglo I) recomendando el uso de elementos de protección personal, tales como vejigas de animales colocadas sobre la nariz para evitar respirar polvos tóxicos.

En los siglos XIV y XV, tras las epidemias en Europa, surgen los primeros inventos mecánicos que permitirán la posterior expansión industrial, sin embargo, las condiciones laborales fueron negativas para los trabajadores. Habiéndose perdido la obra de Hipócrates, el dogma de Galeno surgió como el saber más serio y firme, mientras que la superchería y la religión dominaban y distorsionaban la terapéutica.

A lo largo del siglo XV en Francia, se dictaminaron varias ordenanzas que reglamentaban mejoras para los trabajadores (1413 y 1417, *Ordenanzas de Francia*). En 1473, Ulrich Ellenbaf dio publicidad a algunas enfermedades profesionales.

En 1556 se publica el tratado *De Re Metallica* (Agrícola, 1556), que trata el tema de la minería, sus trabajadores, las afecciones en articulaciones, pulmones, ojos y la consecuencia de los accidentes provocados en la actividad. Otro tratado del mismo autor, *De animati bus Suterrancis*, también hace mención a las pésimas condiciones de trabajo de los mineros, sus enfermedades y la falta de ventilación en las minas.

En 1567, Paracelso (médico y alquimista suizo) publica una obra que trata las enfermedades de los mineros (en especial la de los pulmones), de los trabajadores de las fundiciones, de los metalúrgicos y de las enfermedades generadas por el mercurio.

Los primeros desarrollos industriales implicaron fuertes cambios sociales. Los campesinos se desplazaron a las ciudades con el fin de obtener mejores pagas, pero la precariedad de los sistemas de trabajo, que no contemplaban los riesgos de accidentes por falta de seguridad y prevención, así como los ritmos intensos y los tiempos excesivos de trabajo, provocaron drásticas consecuencias. El número de muertos, enfermos y amputados fue por lo tanto muy alto. Los trabajadores que ya no podían participar del mercado laboral fueron abandonados en las ciudades y librados a las consecuencias de la miseria (mendicidad, robo, alcoholismo, violencia, etc.). La gravedad del problema fue obligando a tomar conciencia de los problemas provocados.

En el siglo XVII, Pasa, Citio, Pow, Mathius y Labavius trabajaron en el desarrollo de prótesis para solucionar las secuelas que dejaban los accidentes de trabajo. En 1633, en Capri (Italia), nació Bernardino



Ramazzini, conocido como el padre de la Medicina laboral (actualmente una de las bases de la Ergonomía), que en su obra *De morbis artificum diatriba* analizó con un enfoque preventivo la vida de los obreros, sus enfermedades, sus patologías y sus carencias. Asimismo, efectuó recomendaciones para la salud laboral, tales como: descansos en trabajos pesados o de larga duración, adopción de posturas más convenientes de acuerdo con las tareas, necesidad de ventilación en el lugar de trabajo, control de las temperaturas extremas, uso de ropa adecuada y necesidad de mantener la limpieza.

En 1705, Friederich Hoffman publica *Dissetatio physico medica metallurgi morbifera*, obra en la que se menciona la intoxicación plúmbica. En 1754, Giovanni Scopali impone el médico en las minas, dado que antes solo había un cirujano (un oficiante habilitado con escasa formación médica).

En 1775, Percival Pott estudió el carcinoma del escroto de los deshollinadores. Posteriormente, Williams describió la intoxicación por monóxido de carbono, estableciendo la necesidad de una ventilación adecuada en los sistemas de combustión (el Parlamento inglés estableció un reglamento para el trabajo en fábricas como consecuencia de este estudio). También en Inglaterra, en 1811, comenzaron los primeros movimientos de protesta. Bajo la dirección de Ned Ludd se conformó el movimiento llamado ludista; y en 1841 se promulgó la Ley de Regulación del Trabajo de los Niños. Paralelamente en Francia se investigaba la epidemiología causada por las condiciones en las fábricas, la vida de los trabajadores y de sus familias y las causas de los accidentes laborales (Villermé).

En 1842 (Reformas de Egwing Chadwick) se publicó en Inglaterra *el Informe sobre las condiciones sanitarias de la población obrera de Gran Bretaña*, que sirvió como base para las reformas laborales en Europa y Estados Unidos.

A fines del siglo XIX y comienzos del siguiente se publicaron *Ocupaciones peligrosas* (Sir Thomas Oliver) y *Enfermedades propias de los oficios*, que difundieron la Medicina laboral a nivel mundial, provocando la aparición de grupos médicos dedicados a esta especialidad. Fue la época de auge del taylorismo, muy criticado en la actualidad, pero del que no se puede negar el impulso que prestó al desarrollo de ingeniería industrial moderna.

En este recorrido histórico llegamos al comienzo del siglo XX con el estallido de inventos técnicos y el desarrollo de nuevas tecnologías como la automotriz y la aeronavegación. En este mundo políticamente turbulento estalló la primera guerra mundial. En medio de la tragedia, hizo su debut militar la aviación, deporte exclusivamente aristocrático hasta entonces. En un primer momento, algunos observadores montados en globos aerostáticos informaban las posiciones enemigas y guiaban a la artillería, pero rápidamente fueron reemplazados debido a que los informantes (que viajaban en grandes canastas desplazándose lentamente) resultaban blancos fáciles para los fusiles. Fue entonces cuando los aristócratas comenzaron a participar con sus aviones en la guerra, y transmitiendo la valiosa información que sería utilizada por los estados mayores y la artillería. Con conciencia de las consecuencias o no, lo que comenzó como un juego deportivo se transformó en un acto bélico, los pilotos dejaron de saludarse con sus enemigos (como lo hacían en cualquier tienda deportiva y caballerisca) para disparar armas o ser blanco de ellas. Primero fueron los fusiles y rápidamente las ametralladoras.

Junto con las tareas de manejar las máquinas voladoras, observar el territorio y registrar las posiciones, apareció el miedo de los pilotos a ser derribados por el enemigo que impuso la necesidad de detectar y disparar antes de que lo hiciera el otro. Los pequeños aparatos de vuelo, que habían sido preparados para la acrobacia y la galantería aristocrática, debieron cambiar su estructura y adaptarse a las nuevas necesidades. Por ejemplo, los pilotos debían tener la cabeza levantada y la vista alta para no ser derribado, lo que obligó a mejorar la posición de la palanca de mando y aumentar sus dimensiones, a levantar los instrumentos de vuelo y agruparlos de manera que con un golpe de vista el piloto pudiera leerlos y conocer la cantidad de combustible con la que contaba, la presión de aceite, la temperatura del motor, la altura, etc. También fue necesario hacer más legibles los instrumentos pintándolos de colores contrastantes y luminosos (debían ser eficaces en vuelos nocturnos o con escasa iluminación), mejorando el diseño de las escalas (tamaño de las rayas, de las letras y los números) y cambiando la forma y el color de la aguja indicadora. En un principio el dispositivo para disparar estaba ubicado en el ala superior

Como mencionamos lo que al comienzo todo era un juego deportivo, en 1914 y 1915 cuando se cruzaban dos aviones enemigo que realizaban vuelos de reconocimiento se saludaban en forma caballerisca como en cualquier tienda deportiva, con la mano en alto sacudiéndola (no llevaban armamento), pero la crudeza de la realidad quiso quizás que alguien, (el teniente inglés L. A. Strange), harto de la hipocresía, o por rencor montó una ametralladora en su avión, pero no pudo usarla y su enemigo escapó, la razón fue el peso del arma que hizo muy lento al avión.

En julio de 1915 otro inglés del Royal Flying, el capitán L. Hawker, colocó una carabina de caballería que disparaba desde su derecha, consiguiendo derribar dos aviones enemigos, otro piloto el francés Roland Garros instaló una ametralladora sobre la parte delantera (sobre el motor) y para impedir que las balas perforaran la hélice de su avión la reforzó con láminas de acero en su parte interna, de esta forma logró derribar cinco aviones, al hacer un aterrizaje de emergencia su nave es capturada y analizada, el

holandés Anthony Fokker que trabajaba para los alemanes se encargó de aplicar la técnica en los aviones alemanes, pero ante lo riesgoso de los rebotes estudio el problema y desarrolló la ametralladora sincronizada con la hélice, disparando a la perfección entre las dos palas de la hélice

Por último, en el eje del motor; cada uno de estos cambios implicó un nuevo diseño para el gatillo disparador, cuyo accionar debía adaptarse a la posición del piloto. También hubo variaciones en la forma y el tamaño del asiento del piloto. Es decir, de un aeroplano deportivo cuyo diseño no tomaba en cuenta quien lo usaría ni para qué, se pasó a diseñar un aparato que privilegiaba al piloto y las funciones que este debía cumplir durante el vuelo. El primer avance de la Ergonomía moderna quedó hecho.

La Primera Guerra Mundial terminó en 1918 mediante la firma de un débil tratado de paz que prefiguraba una guerra posterior. El Tratado de Versalles (1919) estableció en su Fracción XII los principios que regirían a la Organización Internacional del Trabajo (OIT), creada con la finalidad de favorecer la justicia social y mejorar las condiciones de trabajo entre otros muchos objetivos. Este fue el comienzo de la Psicología laboral como ciencia que estudia e investiga al individuo en su trabajo, sus relaciones con los demás y su adaptación al medio laboral.

En el terreno de la aviación, la Primera Guerra Mundial dejó una importante enseñanza: los aparatos cuando alcanzaban mayor altura de vuelo presentaban una gran ventaja sobre los oponentes, quienes, además de tener dificultad para detectarlos, no podían escapar a un ataque en picada. La mayor altura de los vuelos aparejó nuevas modificaciones, por ejemplo: la necesidad de nuevos diseños y materiales para los trajes de los pilotos (ya que a 10.000 metros de altura la temperatura es de -50 °C); cerrar el habitáculo de mando, dando lugar a las cabinas (que los alemanes perfeccionarían mediante la presurización), evitando así la densidad del aire. Es necesario recordar que los nuevos desarrollos llevaron consigo la muerte de muchos pilotos de prueba en USA, Alemania, Japón, Rusia, Inglaterra, Francia, Italia, etc., si bien dejaron una cantidad enorme de datos sobre los límites de la *soportabilidad* del piloto en vuelo.

En víspera de la Segunda Guerra Mundial estalló la Guerra Ruso-Finlandesa. La técnica de derribo de los pilotos finlandeses, que con aviones de la Primera Guerra se enfrentaba a los rusos —con aeronaves muy superiores equipadas con tren retráctil—, resultó más efectiva. Los aviones finlandeses provocaban a los rusos sobrevolando sus aeropuertos, éstos al verlos remontaban vuelo. Volando en altura, los pilotos rusos tenían que agacharse para disparar y retraer el tren de aterrizaje mediante un accionamiento mecánico (se manejaba inclinando el cuerpo sobre los muslos para girar una manivela). En el momento en que se retraía el tren de aterrizaje, los pilotos finlandeses disparaban, derribando a sus oponentes sin que estos tuvieran oportunidad de ver lo que sucedía. Si bien el tren retráctil permitía mayor velocidad y altura y menor resistencia al viento, el piloto quedaba con la visión anulada en el momento más importante simplemente por un problema ergonómico.

Durante la Segunda Guerra Mundial encontramos otros casos importantes de problemas puramente ergonómicos. Por ejemplo, en los combates de los blindados rusos (T 34, KV, JS) —cada uno de primer nivel en su momento y de uso masivo— con los blindados alemanes (en iguales o inferiores condiciones), la cantidad de bajas sufridas fue mucho mayor para los rusos. Más allá de los sistemas de tiro, calidad de los cañones, etc., en los blindados alemanes habían sido diseñados, en función de una mayor comodidad y confortabilidad, la torre de combate, el puesto de operador de radio y el de conductor. La finalidad era evidente: el soldado debía llegar descansado al combate y pelear cómodo para ser más efectivo (los blindados alemanes eran de un lujo innecesario, según palabras de José Stalin). En cambio, los blindados rusos eran estrechos e incómodos, los tripulantes carecían de espacio y las marchas largas, fundamentalmente a campo traviesa, resultaban agotadoras.

Lamentablemente, la Ergonomía en el comienzo del siglo XX tuvo su máxima expansión en el área militar, y así continuó a lo largo del período de entreguerras. Durante la Segunda Guerra Mundial se realizaron muchos experimentos no ortodoxos (en sentido ético) para conocer la capacidad y los límites del individuo, incluso se experimentó con seres humanos a veces a en forma abierta y otras oculta. Por ejemplo, se sabe que en esa época se estudió la resistencia de los pilotos caídos en el océano con el fin de determinar con cuanto tiempo se contaba para retirarlos vivos del agua, asimismo se desarrollaron en Asia los sistemas de transfusión de sangre, las operaciones con injertos, los estudios de resistencia muscular, la capacidad de carga térmica y el tiempo de sobrevida de todo lo imaginable e inimaginable, muchas veces con horrosas metodologías aplicadas a lo humano. Al finalizar la guerra, todos los experimentos se ocultaron, pero fueron bien registrados.

Cuando Europa comenzó a vivir en paz y a trabajar por la reconstrucción, la Ergonomía ya no fue utilizada con fines militares, sino que sirvió para apoyar el desarrollo de las personas en todos sus ámbitos.

Como consecuencia de la guerra, se pueden distinguir dos tipos de poblaciones laborales: la primera, que habiendo sufrido el sometimiento al poder de dominación del ocupante, la presión psicológica, la represión, la amenaza constante de la muerte, la injusticia, el hambre y la humillación, debía comenzar a producir en medio de profundas alteraciones psicosociales; es el caso de Francia, que debió recurrir a la

Psicología y a la Sociología como ayuda para la reconstrucción productiva. La segunda población, la alemana, estaba compuesta mayoritariamente por los sobrevivientes de los campos de batallas (mutilados, sordos, ciegos, etc.), niños, mujeres y viejos, ya que los soldados alemanes tomados como prisioneros debieron trabajar en la reconstrucción de los países atacados, haciendo necesario analizar antropométricamente a las personas para adecuar los puestos de trabajo. A estas diferentes tendencias, algunos autores las llaman Ergonomía blanda o cognitiva (Francia) y Ergonomía dura (Alemania).

Dejemos ahora la historia para ampliar el concepto de Ergonomía. Podemos decir que la Ergonomía se encarga de adaptar el medio a las personas mediante la determinación científica de la conformación de los puestos de trabajo. Por adaptación al medio entendemos el hábitat en general, pero cuando abordamos específicamente la adaptación al trabajo, nos referimos esencialmente a los siguientes tópicos:

- *Análisis y conformación de los puestos de trabajo y del medio laboral:* área de trabajo, máquinas, equipos, herramientas, etc.
- *Análisis y conformación del medio ambiente:* ruido, vibraciones, iluminación, clima, etc.
- *Análisis y conformación de la organización del trabajo:* tarea laboral, contenido del trabajo, ritmo de trabajo y regulación de pausas.
- *Análisis y conformación del medio a elaborar:* acción nociva sobre el individuo a corto y largo plazo.

El contenido del trabajo está representado por las funciones que debe realizar la persona para llevar a cabo la tarea. La organización del trabajo se refiere a un concepto mucho más amplio, según Rohmer (1979) es la constitución y conformación de las fases del proceso desde el punto de vista del tiempo, el lugar y la tarea. Los componentes de la organización del trabajo son las medidas de estructuración fundamentales en la implementación de las Normas ISO 9000 y fundamentalmente de la Norma ISO 9004, que si bien no es certificable es la base y causa principal de la mejora económica de las empresas. Las medidas de estructuración son tales como la ampliación, el enriquecimiento, la rotación de la tarea y el trabajo en equipo. Estas medidas son las mismas que se tratan en la conformación y reconformación de los puestos de trabajo en su fase de organización.

La *adecuación del trabajo* a las personas está dada por:

- *Planificación del personal:* incorporaciones que adecuen las condiciones individuales al perfil del puesto, tomando en cuenta la edad, el sexo, la constitución física, estado de salud, etc.
- *Adiestramiento y experiencia* para efectuar la tarea

El objetivo principal de la Ergonomía lo constituye la humanización del trabajo. Este no se concreta sin la existencia de una real rentabilidad para la empresa, que efectúa la inversión necesaria para llevar a cabo la meta, excepto que exista una ley o una normativa que reglamente la aplicación, siendo su implementación obligatoria. Este principio es básico, no se pueden hacer cambios que no impliquen una rentabilidad para la empresa, que hace las inversiones con la finalidad de obtener un beneficio.

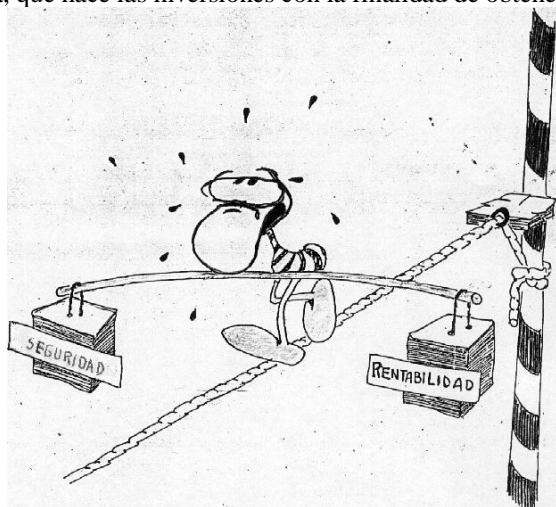


Figura 1.1. Equilibrio necesario para llevar a cabo la humanización del trabajo y la rentabilidad (Bruno De Alto, 1988).

Para llevar a cabo los objetivos de humanización y rentabilidad, se actúa sobre la mejora de los conocimientos (capacitación continua), de las aptitudes y las destrezas de las personas, y se realiza una

acción directa que verifique el cumplimiento de los límites tolerables. Por eso es de gran importancia la conformación de los puestos de trabajo.

“Medidas ergonómicas en el sentido de la (...) adaptación mutua están orientadas ante todo a la concreción de los objetivos de la protección de la salud, la adecuación social del trabajo a la racionalización técnico-económica.” (Gfa, 1978).

En cuanto a la protección de la salud, la Ergonomía busca reducir o evitar las enfermedades generadas por el trabajo. Muchas de las afecciones que aparecen en las personas de mayor edad no son causadas por el envejecimiento del cuerpo, sino que son consecuencia de un sin número de *sobre sollicitaciones*, tales como las posturas antinaturales, los movimientos repetitivos o no adecuados, y las exposiciones a ruidos, vibraciones, gases, iluminación, etc., que afectan al organismo en el transcurso del tiempo. El objetivo de los estudios ergonómicos es reducir esas *sobre sollicitaciones* y compensarlas con *subsolicitaciones*.

La Ergonomía también intenta procurar una adecuación social con el fin de garantizar el funcionamiento de las normas sociales, más aún cuando éstas no están previstas por leyes, ordenanzas, normas, directivas internas o convenciones colectivas.

Por último, diremos que un objetivo fundamental para la Ergonomía es la búsqueda de la buena racionalización técnico-económica, tratando de hallar la correcta coordinación funcional del acople hombre-máquina y procurando un buen rendimiento del sistema laboral en vista de un incremento de la rentabilidad.

## **1.2. La importancia de la Ergonomía para las empresas**

En un primer momento el conocimiento de la Ergonomía se consideró un lujo para las empresas, tomándolo incluso como un gasto absurdo de no existir previamente un estatus de bienestar y rentabilidad económica. Esta actitud fue producto del desconocimiento de varios factores, como, por ejemplo: la necesidad de humanización del trabajo, el mayor provecho técnico posible con el correcto funcionamiento de los medios en los puestos de trabajo y la influencia de estos factores sobre la productividad.

Actualmente, el avance técnico se orienta al desarrollo de nuevos productos o a la mejora de los ya existentes, tendiendo a hacerlos cada vez más pequeños. Este hecho, unido a que cada día se mejoran las tecnologías de trabajo, nos permite anticipar un futuro en el que los productos no solo serán más pequeños sino también más complejos, exigiendo al trabajador mayores precisiones y delicadeza en sus movimientos. En la actualidad es habitual que en una fábrica haya puestos de trabajo con medios auxiliares tales como lupas, microscopios, manipuladores, etc., a los que se agregan controladores tales como equipos de PLC o PC, entre los más usuales; de esta manera todos los días surgen nuevos puestos de trabajo con requerimientos que exigen una mayor capacitación continua, un estado de constante aprendizaje en lo que hace al uso de los nuevos medios auxiliares (más aún en los puestos de trabajo informatizados y/o tecnología de punta) y un uso más desarrollado de los sentidos de la vista y el tacto.

No podemos dejar de destacar la creciente industrialización y automatización que desplazan al hombre desde la fábrica a la administración, obligando a una reconversión laboral directa.

Frente a este panorama, la Ergonomía tiene como objetivo estudiar constantemente las cargas a las cuales se somete al trabajador y de qué manera influyen sobre él para determinar los límites de esfuerzo biológicamente aceptables en tareas cada vez más cambiantes.

Se puede decir que una buena conformación de los puestos de trabajo, además de beneficiar al hombre, lleva en la mayoría de los casos a una mayor rentabilidad.

Podemos decir que en la actualidad son muchas las empresas que tomaron conciencia de la importancia de la aplicación de la ergonomía para mejorar la productividad y mantienen como contratados o en planta permanente especialistas en ergonomía los que controlan permanentemente los puestos de trabajo e intervienen en los proyectos en equipo con los Ingenieros industriales y especialistas en SySO

## **1.3. La Ergonomía y el estudio del trabajo**

Actualmente, como ya lo dijimos, la Ergonomía tiene gran importancia a nivel mundial en el estudio y el diseño del trabajo. En 1972, en el Artículo 90 de la Ley de Constitución de Empresas de la legislación alemana, se la incluyó como parte del planeamiento de oficinas y plantas fabriles, procedimientos y puestos de trabajo. En la mencionada ley se recopilaron los conocimientos científicos sobre la Ergonomía y los estudios del trabajo. En el año 1975 se dieron a conocer las Normas elaboradas por la Comisión de

Ergonomía del Instituto Alemán de Normas (DIN) y, posteriormente, aparecieron las prescripciones para la prevención de accidentes, con recomendaciones para la conformación y reconformación ergonómicas.

En este momento, a comienzos del siglo XXI, la Comunidad Económica Europea (CEE) ha unificado los criterios de aplicación de la Ergonomía en diversos reglamentos y normas, lo mismo que Japón, USA y todos los países desarrollados. España es rectora en el tema ergonómico para los países de lengua española, ya que en ella rigen las normas europeas, siendo el Instituto de Ergonomía de la Fundación MAPFRE un lugar de permanente investigación.

En Argentina, las aseguradoras de riesgo de trabajo (ART) cumplieron un importante papel en el impulso del desarrollo de la Ergonomía. Pese a que la enseñanza y la aplicación de la Ergonomía habían comenzado en la década del 80 a través de la formación básica y especializada de técnicos, ingenieros y especialistas, recién en 1997 el IRAM comenzó a trabajar en normas sobre el tema.

En los países comprometidos con el estudio científico de la Ergonomía, la preparación y formación en el tema se realiza a través de distintos canales:

- Escuelas de nivel superior sobre ciencias del trabajo para ingenieros, médicos, psicólogos, etc.
- Cursos de perfeccionamiento para el personal del área de conducción de las empresas y organizaciones gubernamentales.
- Formación de técnicos en las especialidades afines al tema: Higiene y Seguridad en el Trabajo, Diseño, Especialistas en Ciencias del Trabajo.
- Cursos de perfeccionamiento para representantes de empleados y/u obreros.

En nuestro país la Ergonomía fue divulgada por la Fundación REFA de Argentina a través de cursos y seminarios destinados a la formación de Especialistas en Estudio del Trabajo, seminarios de divulgación y cursos destinados a empleados y/u obreros dictados en empresas, que se imparten desde el año 1984. También debemos señalar que desde el año 1982 se dictaba (aunque con muchas limitaciones) la materia Ergonomía en los cursos de postgrado en Higiene y Seguridad en el Trabajo de varias universidades, y en la carrera de Técnico Superior en Higiene y Seguridad en el Trabajo. Actualmente, Ergonomía es una materia curricular en los siguientes ámbitos de formación especializada:

- Cursos de postgrado en Higiene y Seguridad en el Trabajo, Medio Ambiente y Medicina Laboral.
  - Cursos terciarios para Técnico Superior en Higiene y Seguridad en el Trabajo.
  - Seminarios de divulgación para empresarios, supervisores, jefes y gerentes, cursos de capacitación para Especialistas en Estudio del Trabajo.
  - Carreras universitarias como Arquitectura o Diseño, que la tienen como materia abordándola solamente desde la antropometría.

Debemos señalar que en noviembre del año 2003 el MTSS (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social) promulgó la Resolución 295/2003 estableciendo en su Anexo I:

- La Ergonomía es el término aplicado al campo de los estudios y diseños como interfase entre el hombre y la máquina para prevenir la enfermedad y el daño, mejorando la realización del trabajo. Intenta asegurar que los trabajos y las tareas se diseñen para ser compatibles con la capacidad de los trabajadores.
- La fuerza y la aceleración se consideran, en parte, los valores límites para las vibraciones mano-brazo (VMB) y para el cuerpo entero (VCE). En parte, se consideran los factores térmicos para los valores límites de estrés causado por el calor.
- La fuerza es también un agente causal importante en los daños provocados en el levantamiento manual de cargas.
- Otras consideraciones ergonómicas importantes son: la duración y la repetición de las tareas, el estrés por contacto, las posturas y las cuestiones psicosociales.

Lo anteriormente expuesto da inicio a la obligatoriedad de la aplicación de la Ergonomía en el estudio del trabajo, seguridad e higiene en la República Argentina.

La Resolución 295/03 si bien marca un antes y un después con respecto a ergonomía dentro de la legislación argentina, no se puede ignorar los antecedentes internacionales comprendido en de normas, reglamentaciones, leyes y métodos de trabajo o evaluación surgidos en Europa del período de entre guerras y fundamentalmente el de posguerra.

Hay un hecho innegable en el extranjero se progreso mucho sobre la materia inclusive en países Latinoamericanos como Brasil, Chile, México, etc. y nuestra Nación no dio un avance perceptible. Por lo cual muchas empresas trasnacionales implementaron formas corporativas de trabajo en el tema, como los estudios a través de métodos predeterminado de evaluación de puestos de trabajo y/o tareas, aplicación sobre la base de manuales propios o capacitaciones a ex profesos de la ergonomía como parte de optimizar los puestos de trabajo, mejorar la rentabilidad, mejorar las condiciones de vida, disminuir los riesgos de accidentes o lesiones, etc.

La política implementada entonces por las mencionadas empresas a nivel mundial las llevó en el transcurso del tiempo a implementar sistemas de gestión SySO (Seguridad y Salud Ocupacional), llegando en el presente a certificar estos sistemas a través de Normas tales como IRAM 3800, OSHAS 18.001, etc. donde la ergonomía tiene vital importancia.

En Argentina hay empresas que ya implementaron como parte de la corporación a la que pertenecen, o por decisión local, esto hace que la historia continúe en Argentina con la aparición de más normas y reglamentaciones que fijen a la ergonomía como parte proactiva de las empresas.

Este libro pretende dar un apoyo técnico actualizado en la materia a las personas que necesiten aplicar ergonomía (como especialistas en la “especialidad de ergonomía”, “Higiene y Seguridad en el Trabajo”, “Analistas de Métodos y Tiempos”, “Ingenieros Industriales”, “Diseñadores de Puestos de Trabajo”, etc.), con contenido didáctico pero a la vez con información técnica de fácil aplicación en las empresas, tendiente a buscar los mismos objetivos que las corporaciones internacionales, cubriendo un vacío de información sobre la aplicación de la legislación local e internacional de la evaluación y conformación ergonómica de los puestos de trabajo.

## **BIBLIOGRAFIA, del capítulo 1**

Fundación REFA de Argentina: REFA, Estudio del trabajo Libro 1.

Fundación REFA de Argentina: REFA, "Módulo 1", Tema 3 (Conceptos fundamentales del estudio del trabajo), 1988.

Dra: Sara Louzan Rossi y Lic. José Luis Melo, con el asesoramiento en Derecho Romano de la Dra. Nelly Louzan Solimano. "El Hombre Frente a los Riesgos en la Actualidad y sus Antecedentes de la Responsabilidad en Roma", Burgos España 2001

Mondelo, Pedro R.; Torada, Enrique Gregori; Barrau Bombardo, Pedro. Ergonomía 1 Fundamentos, 3º edición. Ed. Alfaomega Barcelona Mexico 2000

U.G.T. de España: Informe.

## **CAPITULO 1 - INDICE**

1. INTRODUCCIÓN A LA ERGONOMIA	2
1.1. CONTENIDOS Y OBJETIVOS DE LA ERGONOMIA	2
1.2. SIGNIFICADO DE LA ERGONOMIA PARA LA EMPRESA	11
1.3. LA ERGONOMIA Y EL ESTUDIO DEL TRABAJO	12
BIBLIOGRAFIA	16



## 2. CONSIDERACION ERGONÓMICA DEL HOMBRE

### 2.1. Criterios de valoración del trabajo

Wolfgang Laurig estableció que para evaluar el trabajo del ser humano y las condiciones de conformación del medio en el que actúa, es necesario establecer criterios de valoración del trabajo que tengan en cuenta todos los valores establecidos por la sociedad y por las ciencias. Según Rohmert (1972) podemos encontrar cuatro criterios de evaluación: la factibilidad, la soportabilidad, la admisibilidad y la satisfacción, mencionados según el orden creciente de los niveles.

**Factibilidad** (nivel inferior), (a corto plazo):

Contempla el problema psicofísico, y antropométrico. Se encuentra dentro del campo de acción de la doctrina e investigación científica del trabajo; analiza, por ejemplo, el máximo área de alcance y la máxima fuerza de presión.

**Soportabilidad** (a largo plazo):

Problema de la fisiología y de la medicina laboral. Es el campo de acción fisiológico y médico de la doctrina e investigación científica del trabajo que indaga, por ejemplo, los límites de resistencia del trabajo muscular.

**Admisibilidad:**

Problema sociológico que se refiere a la aceptación por parte de los grupos de las condiciones dentro de los límites de la *soportabilidad*. Campo de aplicación de las ciencias sociales cuando, por ejemplo, existen tareas que determinados grupos por status o por razones culturales o religiosas no desean hacer o que se las destinan a grupos sociales relegados.

**Satisfacción** (nivel superior):

Problema psicológico referido a la aceptación de las condiciones admisibles considerando la satisfacción individual. Es el campo de acción de la psicología personal y la psicología social que aborda, entre otras cuestiones, la satisfacción individual y el puesto al cual se aspira cubrir.

Podemos decir que la *factibilidad* está dada por los límites máximos a los que se puede llevar a una persona. Estos límites son diferentes para cada individuo, dependiendo de su constitución física, fisiológica, estado físico y psicológico. La factibilidad es considerada un criterio de nivel inferior ya que es la primera limitación que aparece en la realización de una labor; se la toma en cuenta solo a los efectos de la viabilidad directa sin dar importancia a que su realización sea repetitiva y/o continúa, por esta razón se la llama de realización a corto plazo.



**Figura 2.1. Factibilidad.** No es posible enganchar los dos vagones ya que están demasiado distanciados.

Cuando la tarea es factible (realizable) surge el segundo problema a resolver: la *soportabilidad*. Esta consiste en analizar si la tarea puede ser efectuada varias veces o en forma continua y permite observar los límites de la resistencia y la aparición del cansancio al tomar en cuenta algunos valores externos que afectan al hombre tal como los medio ambientales (factores climáticos), sociológicos, psicológico, etc.



**Figura 2.2. Soportabilidad.** En esta posición y realizando fuerza, el colaborador se agotará antes de finalizar la jornada.

Pasada la barrera de la *factibilidad* y la *soportabilidad* aparece un nuevo factor en la realización de un trabajo: la *admisibilidad*. Este es un problema regido por el comportamiento de los grupos sociales. La admisibilidad de una tarea está dada por la aceptación social que la misma tiene en el individuo que la efectúa. Hay tareas mal vistas, las cuales se destinan a grupos marginados o no integrados, como la limpieza de lugares desagradables (aseo de baños), la atención en hospitales de enfermos imposibilitados, o las tareas de alto riesgo y de baja paga (los trabajos de albañilería en altura, etc.). Dichas tareas se destinan a los fronterizos (personas con bajo coeficiente mental) o a los inmigrantes (a veces ilegales o con poco tiempo de residencia y dificultad en el manejo del idioma local).

En algunos casos se puede incluir en este punto a las tareas de sobre exigencia, denominadas sindicalmente “trabajos explotadores” (tal como el realizado por el

personaje de Carlitos en el film Tiempos modernos (1936), violenta sátira contra la mecanización del hombre y del trabajo.



**Figura 2.3. Admisibilidad.** No todos están dispuestos a limpiar baños públicos.

Por último, citamos la satisfacción, máxima jerarquía entre los criterios de evaluación, que aparece cuando las tareas colman las aspiraciones de los que las realizan, incluyendo —además de las aspiraciones alcanzadas— un óptimo clima de trabajo.

REFA (sigla que proviene de la Reichsausschusses für Arbeitszeitermittlung, desaparecida en 1924, y que dio origen —luego de varias transformaciones en el transcurso del tiempo— el 23 de septiembre de 1951 al Verband für Arbeitsstudien) dice: “dado que la Ergonomía es una disciplina especializada, que reúne las investigaciones científicas con las experiencias prácticas, está en condiciones de valorar los criterios de factibilidad y soportabilidad. En cambio, los criterios de admisibilidad y satisfacción son reservados para la psicología y la sociología propiamente dicha. La conformación ergonómica del trabajo solamente puede lograr las condiciones previas para admisibilidad y satisfacción”.



**Figura 2.4. Satisfacción.** Quien pudiera hacer lo que más desea

## 2.2. Formas de trabajo

Para la conformación y la humanización de los puestos de trabajo, además de la determinación de los criterios de valoración propuestos por Rohmert (1972), se requiere de la sistematización de todas las tareas posibles a fin de tomar en cuenta, como un segundo elemento base, las solicitaciones características de los sistemas orgánicos y de las distintas actividades del hombre. Este requerimiento es necesario para continuar con el tratamiento de los conocimientos orgánicos.

Podemos definir al *trabajo en el sentido ergonómico como la totalidad de la energía e información transformada o elaborada por el hombre durante el cumplimiento de su tarea laboral*. (Ver Norma ISO 6385. Principios Ergonómicos de la concepción de sistemas de trabajo).

Con la finalidad de hacer una separación entre las tareas de tipo administrativo y las de tipo industrial, el trabajo se divide en dos formas: trabajo energético y trabajo informativo. Debido que es muy difícil hallar tareas en las que solo se realice una de estas formas del trabajo, se lo denomina trabajo *predominantemente energético* o *trabajo predominantemente informativo*.

Si en un trabajo predominantemente energético la solicitación recae en un primer lugar sobre los músculos, corazón y circulación sanguínea, se trata de trabajo muscular: en caso de haber solicitación muscular y requerimiento de órganos sensitivos se trata de un trabajo sensomotriz.

Wolfgang Laurig (1982) clasificó el trabajo predominantemente informativo en trabajo reactivo, trabajo combinatorio y trabajo creativo según sean necesarios órganos sensitivos y capacidades mentales (y en menor grado fuerza muscular) o solo capacidades mentales.

En las áreas de fabricación y montaje los contenidos específicos de los trabajos consisten en la generación de esfuerzos, la armonización de los músculos y de los órganos sensitivos, y en la transformación de información en acción. En cambio, en la administración y prestación de servicios se transforman principalmente informaciones de entrada en informaciones de salida o se generan nuevas informaciones.

Forma de trabajo	Trabajo energético (generación y suministro de fuerzas)		Trabajo informativo (procesamiento y generación de información)		
	Trabajo muscular	Trabajo sensomotriz	Trabajo reactivo	Trabajo combinatorio	Trabajo creativo
¿Qué caracteriza a la tarea laboral? Pregunta de ayuda: ¿Qué se exige del colaborador?	En el suministro de fuerzas se habla frecuentemente de trabajo en el sentido de la mecánica, esto significa movimiento de masas por fuerzas musculares.	Movimiento de mano y/o brazo ejecutado con especial exactitud; las fuerzas no son de especial significación	Registrar y procesar informaciones; en determinados casos: actuar.	Registrar informaciones y procesarlas, transformando-las en otras para suministrarlas.	Producir informaciones y según el caso suministrarlas.
¿Qué caracteriza al efecto? Pregunta de ayuda: ¿Cuáles son los órganos solicitados con preponderancia por la tarea laboral?	*músculos *tendones *aparato circulatorio *respiración *esqueleto	*músculos *tendones *órganos sensitivos	*órganos sensitivos *músculos	*órganos sensitivos *aptitudes mentales	*aptitudes mentales
Ejemplos	◀ Cargar pesos ◀ Palear arena	◀ Trabajo de montaje ◀ Tejeduría	◀ Controlar ◀ Supervisar	◀ Telefonar ◀ Programar	◀ Inventar ◀ Resolver problemas

Figura 2.5. Tipos básicos de tareas laborales (según Lauring 1982).

**BIBLIOGRAFIA, del capítulo 2**

**Fundación REFA de Argentina: REFA, "Modulo 1", Tema 4 (Ergonomía), 1988.**

**Prof. Dr. Ing. Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Erdonomie. Beuth Verlag GmbH. Berlin. Köln 1992**

**Prof Dr. Med. Hettinger, Theodor. Schwere Lasten-leicht gehoben. Bayerisches Staatsministeriun für Arbeit, Familie und Sozialordnug. München 1991**

**U.G.T. de España: Informe.**

**McCormich. Human Factors in Engineering and Design. Editorial Gustavo Gill, S.A., Barcelona 1980**

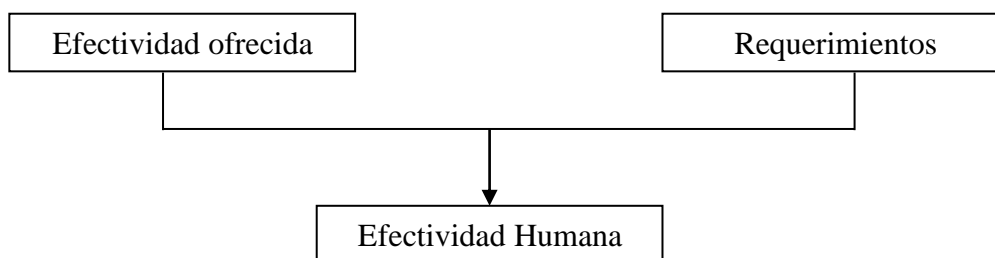
## **CAPITULO 2 - INDICE**

2. CONSIDERACION ERGONOMICA DEL HOMBRE	16
2.1. CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL TRABAJO	16
2.2. FORMAS DE TRABAJO	
BIBLIOGRAFIA	21

### 3. EL RENDIMIENTO HUMANO Y SU DISPERSIÓN

#### 3.1. Fundamentos

En la práctica nos encontramos con un problema que es la diferencia existente entre los requerimientos de un puesto de trabajo, lo que solicita la empresa de su ocupante (el perfil ideal del usuario de un puesto de trabajo o actividad) y por otro lado la realidad del ocupante del puesto (o quien realiza la actividad, en donde el perfil del individuo no siempre coincide con el del puesto, el resultado es la Efectividad Humana *figura 3.1*



La sociedad actual impone a todo grupo humano un nivel de exigencias que es transferido a cada integrante que la compone, esto es producto del desarrollo tecnológico que impacta en el hombre haciéndole adquirir nuevos conocimientos y sufrir el impacto de los nuevos componentes técnicos que debe operar, tal es el caso de la incorporación de la informática y con ello las PC, los controles numéricos en las máquinas, el uso de pantallas de visualización de datos, etc.

El aporte que hace cada individuo para el logro de los objetivos grupales se define en relación a las demandas del grupo y del medio ambiente. Estas exigencias se dividen en componentes biológicos, sociales, organizativos y técnicos.

El aporte que hace cada individuo para el logro de los objetivos grupales se define como las exigencias del grupo y el medio ambiente, dada la interacción que debe efectuarse en donde aparecen presiones psicológicas, auto exigencias, los efectos de los puestos circundantes que emiten ruidos, humos, vibraciones y un sin fin de elementos que afectan al individuo en forma directa o indirecta y la recíproca lo que hace un individuo en particular y afecta al resto.

En la Figura 3.2 se observan las demandas impuestas al individuo y lo que él ofrece para cubrir las. Es así que, frente a las exigencias de rendimiento en una tarea, encontramos la efectividad ofrecida por el individuo. Esta se compone de la capacidad de rendimiento y de la disposición para el rendimiento.

Esto surge al hacer el análisis de los requerimientos de los puestos de trabajos (perfil del puesto) lo que nosotros llamaremos en lo sucesivo "requerimientos", es lo que se necesita para cubrir las exigencias máximas de las labores a realizar en él, por otro lado está todo lo que puede brindar la persona que esta ocupando el puesto (perfil del hombre), lo que denominaremos en lo sucesivo "efectividad ofrecida", la resultante de la diferencia entre los requerimientos y la efectividad ofrecida la denominamos "efectividad humana". (Ver figura 3.1.)

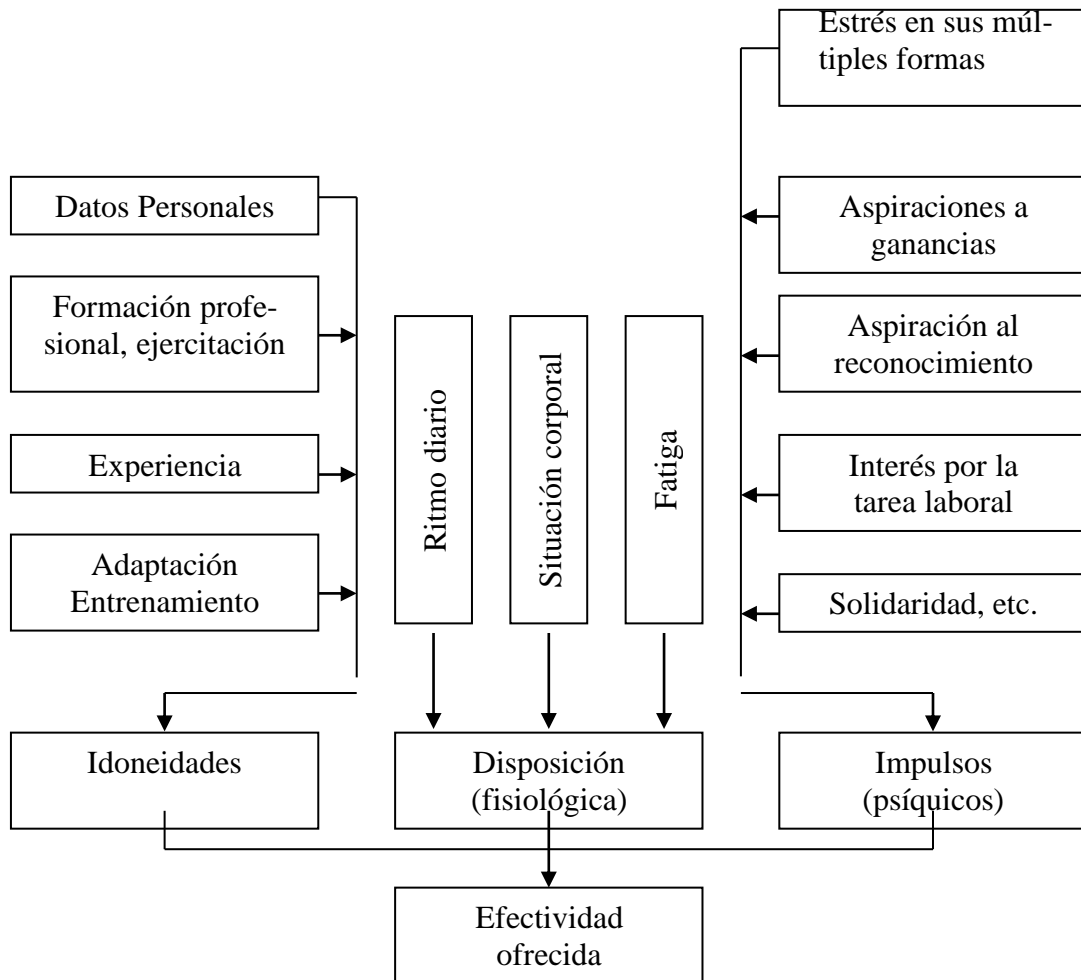
La solicitud de rendimiento no solo tiene una dimensión temporal, sino que también tiene en cuenta la corrección de los resultados obtenidos. Las exigencias dirigidas al hombre se dividen en sus componentes biológicos, sociales, organizativos y técnicos.



La capacidad de rendimiento comprende tanto el rendimiento máximo entregado en un breve tiempo, como el rendimiento constante durante un lapso prolongado de tiempo, (este último rendimiento menor al primero). Es decir, se trata de la capacidad total de los rendimientos individuales disponibles que pueden entrar en acción cuando así sea requerido. La capacidad de rendimiento es una magnitud constante, definida por muchas condiciones que pueden actuar en forma alternada, como por ejemplo la constitución física del individuo, el sexo, las capacidades básicas, las capacidades adquiridas y los conocimientos que posee, entre otras.

La efectividad ofrecida depende de la disposición de la persona y de las condiciones en que utiliza su capacidad, o bien parte de ella, bajo determinadas circunstancias. Esto quiere decir que la disponibilidad de rendimiento caracteriza el uso de la capacidad máxima.

Los factores de influencia más importantes de la capacidad y la disponibilidad de rendimiento se expresan en forma conjunta en la Figura 3.2. Podemos observar que la capacidad de rendimiento depende de las propiedades y capacidades básicas, además de los conocimientos y destrezas adquiridas.



**Figura 3.2.-** Idoneidades, disposición e impulsos como fundamento de la actividad ofrecida (Schulte, 1977 modificado)

Entre algunos otros factores que influyen en el aspecto psíquico del individuo podemos mencionar:

- Aptitud frente al trabajo
- Estado de ánimo variable, (por causas psicológicas)
- Influencias del trabajo y el medio ambiente laboral
- Influencias de motivación del medio ambiente humano
- Estado de ánimo proveniente de la esfera personal

Por otra parte, como se mencionó al principio se puede decir que la efectividad humana es el resultado directo de la efectividad ofrecida por el hombre y de los requerimientos del puesto de trabajo (Figura 3.1).

La efectividad humana como se observa en la figura 3.2. está compuesta por tres elementos:

- Idoneidades
- Disposición, e
- Impulsos

Las idoneidades son las características del individuo esta representan en parte al legado de él, podemos afirmar que son fijas (tienen una baja variación en el transcurso del tiempo), mientras que los otros dos elementos son variables que uno debe apreciar, como podemos observar en la figura 3.2.

Se sabe que cuando una persona que padece de daltonismo se encuentra imposibilitada de reconocer determinados colores, la persona con complexión débil no puede realizar trabajos pesados, una persona inteligente comprende con mayor rapidez nexos difíciles y complicados, una persona condescendiente no puede imponer su voluntad frente a otras personas.

Las idoneidades son los dotes personales (naturales) que posee cada individuo en particular, y sexo, altura, tipo de piel, color de cabello, contextura (talla), capacidad visual, capacidad auditiva, edad, etc. estas virtualmente son fijas variarán muy lentamente en el transcurso de los años en el envejecimiento natural del ser humano. Para que varíe la edad tendrá que pasar un año, para que pierda visión o capacidad auditiva, pasarán varios años, y así podemos mencionar muchos ejemplos más.

La formación profesional se refiere a la adquisición de conocimientos sin los cuales no puede desarrollar la actividad que normalmente lleva a cabo, en este sentido esto quiere decir que es profesional un médico, un abogado, un peón especializado (que ha adquirido sus conocimientos en el desarrollo de su actividad laboral), por lo tanto, el profesional puede surgir de una carrera universitaria, por medio de una educación formal, informa o por acción directa en el trabajo.

Cuando se habla de ejercitación se refiere al ejercicio de la profesión que ostenta, un médico para ejercer debe asistir previamente a un hospital como practicante, a un ingeniero no se le otorga el cálculo de una estructura compleja (el puente Buenos Aires Colonia) solo por tener el diploma, previamente tendrá que demostrar que sabe utilizar lo que aprendió en sus estudios.

Cuando se señala la experiencia se denota a la capacidad individual de poder asimilar las vivencias del trabajo, esto difiere mucho con la idea clásica que asocia a la permanencia temporal en el trabajo, esta última es solo antigüedad laboral, que no implica la adquisición de experiencia, , (no por ejercer algo durante mucho tiempo se tiene experiencia, hay personas que no hacen carne lo vivido, por lo que no pueden

sacar provecho de ello), de la adaptación y entrenamiento (fuera y dentro del puesto de trabajo).

La aptitud esta dada por el enjuiciamiento de las idoneidades que las personas poseen frente a los requerimientos de un puesto de trabajo. Dicho enjuiciamiento puede estar realizado para un determinado puesto de trabajo, por el inmediato superior y/o médico y/o psicólogo de la empresa.

La adaptación es la capacidad individual a poder cambiar de puesto de trabajo y ejercerlo con efectividad en un plazo aceptable y sin riesgo de fracaso (por inadaptabilidad), hay personas que al ser transferidas de un puesto a otro pese haber ejercido bien las tareas en el primero en el segundo pese a ser similar no logran un buen rendimiento, fracasan no se adaptan

Si las idoneidades representan la capacidad de una persona, la disposición es la cantidad de la capacidad máxima que dispone en un momento determinado. Esta varía en función a diferentes factores como por ejemplo: la variación que surge como consecuencia al ritmo diario, o el cansancio temporal como consecuencia de haber realizado una jornada de trabajo, la situación corporal (esto quiere decir de su estado de salud). Por lo tanto, la disposición responde directamente a la fisiología del hombre.

En detalle se está dividiendo a la disposición biológica en tres elementos los que a diferencia de las idoneidades varían en el corto plazo, los mismos son:

- ritmo circadiano
- Situación corporal y
- Fatiga

El ritmo circadiano denota las variaciones a la actividad del hombre en el transcurso del día, dada la importancia y complejidad del mismo se lo trata en detalle en el punto 3.1.1.

La situación corporal simplemente denota el estado de salud del individuo, lo que pretende señalar como puede modificar su efectividad, una persona de un momento a otro o de un día a otro simplemente con un malestar, por ejemplo, una persona entra a trabajar en perfectas condiciones, pero en el transcurso del día se resfría su rendimiento habrá variado (decaído), lo mismo ocurre cuando una persona tiene malestar estomacal, dolor de cabeza, etc.

Debemos señalar que no se toma en este texto a cansancio y fatiga como simples sinónimos a cada palabra se le otorga un sentido totalmente distinto, cansancio es el agotamiento biológico que tras de un descanso desaparece, en cambio fatiga es el agotamiento irreversible que sufre una persona como consecuencia de haber sobrepasado sus límites de soportabilidad esta al haber llegado a esta situación no podrá volver a ser la persona que fue antes (sus capacidades habrán disminuido permanentemente). Esto puede ocurrir en forma lenta o violenta, en forma lenta la explicaremos con un ejemplo, cuando una persona llega a su trabajo 10 puntos y luego después de la jornada se retira cansado y descansa en su casa retornando al día siguiente 10 puntos todo está bien, si en cambio llega a retornar 9 puntos, ese día se retirará más cansado y al día siguiente retorna 8 puntos, tenemos que al llegar al fin de semana este individuo está muy agotado, esto no debe permitirse en ningún puesto de trabajo, si la persona el día lunes luego del descanso semanal comienza sus labores 10 puntos, estamos en un caso de recuperación total, pero si en su lugar llega 9,9 puntos estamos frente a un problema porque esta persona ya comienza la semana precansado y dependerá de la tarea que desarrolla, característica de la jornada, su contextura física, condiciones climáticas, estado de salud, etc. al cabo de un tiempo más o menos largo

entrará en un estado de fatiga, se habrá destruido físicamente.

El otro caso es en forma violenta (rápida) la persona es sobre exigida, sus límites superados y en uno o muy pocos días entra en estado de fatiga, este caso es fácil de ocurrir y tiene mucha importancia en la generación de accidentes, en los militares se denomina fatiga de combate en el trabajo fatiga laboral, suele ocurrirle a las personas que tienen un excesivo sentido de pertenencia en las empresas, (en lo laboral se dice que en lugar de tener la camiseta de la empresa puesta tienen el tatuaje), son las personas que suponen que son imprescindibles, que sin ellos no funciona nada y en los casos de emergencia, en las paradas de planta no se retiran a descansar hasta tanto no se solucione el problema, el resultado es que la empresa continúa operando y ellos quedan destruidos físicamente, como el efecto es repentino, no como el caso anterior que los compañeros ven deteriorar al individuo este tiene la apariencia normal (en algunos casos aspecto cansado), los compañeros confían en él, quien no puede responder ni física ni intelectualmente lo que lleva en algunos casos a accidentarse o como consecuencia de su accionar accidentar a otra persona

Las idoneidades no constituyen por sí mismas el rendimiento laboral, si así lo hicieran no habría fracasos como consecuencia de la haraganería (pereza), la falta de interés, el medio o la desidia. Esto nos lleva al pensamiento que deben existir ciertos impulsos interiores que llevan a realizar la tarea. Los impulsos internos y la motivación son los factores que nos llevan a concretar una labor. También los impulsos pueden llevar también a inhibir la realización de algo (motivación negativa). La motivación también recibe el nombre de impulsos o de disposición para la efectividad.

Los impulsos responden a factores psíquicos del hombre, aquí podemos poner los llamados **factores psicosociales**, si bien no se conocen la cantidad de enfermedades relacionadas con estos factores (ya que se manejan según los estudiosos distintos conceptos para clasificarlos y calificarlos), no se puede negar su existencia tanto en el ámbito social como en el laboral.

Podemos citar por ejemplo en forma genérica el estrés, algo muy común en nuestra época, existe gran cantidad de tratados especializados. El estrés puede surgir como consecuencia de la tarea desarrollada por una persona en una empresa (por ejemplo, por presión psicológica de la organización, exceso de responsabilidad, presión por parte del entorno laboral, etc.) o como consecuencia de la sumatoria de varios factores, como son los problemas sociales, los inconvenientes en el seno familiar, o como ocurre en muchos países la existencia de un segundo trabajo como consecuencia de los bajos sueldos.

En particular podemos hablar de acoso laboral considerando como tal al hostigamiento psicológico que surge en el ámbito laboral como consecuencia de las conductas hostiles, dirigidas de manera sistemática por uno o más trabajadores contra otro (víctima) en forma alterna como ser una vez a la semana o de manera continua durante un tiempo.

El hostigamiento puede lograr:

- Impedir que la víctima se exprese
- Aislarla
- Disminuir a la persona frente al colectivo de trabajo (sus compañeros)
- Desacreditar su trabajo
- Afectar la salud
- Etc.

Como se va demostrando el acoso psicológico expone al trabajador a distintas conductas vejatorias ya que logran dificultar la comunicación, desacreditar

profesionalmente, o personalmente llegando a haber amenazas. Este problema en la Comunidad Europea está en el orden del 3,7 % de las mujeres y el 2 % del hombre (según Actualización en ergonomía y psicología aplicada del Instituto MAPFRE, Buenos Aires 11 de abril de 2011)

La mayor exposición se da en los trabajadores de menor edad, también el riesgo se incrementa cuando el grupo laboral es mayor

El acoso sexual está dado por acción verbal o física que se desarrolla en el ámbito laboral como consecuencia de una relación de trabajo, llevada a cabo por una persona que sabe o debiera saber que es ofensiva y no deseada por la víctima. Afecta el puesto de trabajo y las condiciones laborales, llevándolas a generar un ambiente hostil, humillante e intimidatorio.

También debemos mencionar el estrés postraumático, el cual puede sobrevenir como consecuencia de un problema familiar, (una muerte, una mudanza, un divorcio, un enfermo, etc.), por un problema de tipo social, (violencia en la calle como ser robo o violaciones, manifestaciones, revoluciones, etc.) o del tipo laboral, como consecuencia de la existencia de despidos en la planta, un accidente de trabajo propio, o de un compañero, cambio de puesto de trabajo, etc., hay que pensar como se encuentra la persona que vio un accidente o pierde como consecuencia de uno un compañero, etc. De hecho todo estrés es un impulso negativo en lo laboral.

Podemos agregar el burnout o síndrome del quemado (agotamiento emocional, que lleva a la disminución y pérdida de recursos emocionales, al sentirse estar emocionalmente exhausto, la persona tiene la sensación de no tener nada que ofrecer psicológicamente a los demás debido a la labor que efectúa), generalmente lo asocian a los médicos fundamentalmente del área de emergencias, pero la realidad que este se extiende a muchas profesiones tales como servidores públicos (bomberos, policías, etc.), especialistas en Higiene y Seguridad (en plantas de alto riesgo y siniestrosas), llegando en casos a cajeros de bancos como sucedió en argentina en la época denominada del corralito, este se da generalmente en los profesionales que atienden al público bajo presión. Este síndrome merece un capítulo a parte, dada su complicitad y avance en nuestra sociedad.

Las exigencias dadas por el trabajo, las autoexigencias, la responsabilidad y el autoritarismo entre otros, son elementos que básicamente generan o facilitan la generación de ansiedad, mal humor, cambios de conducta, unidos a la insatisfacción falta de comunicación, llegando a contribuir los bajos sueldos, etc., desencadenan este síndrome

El individuo afectado luego de sentir fracasar llegar a sus objetivos entra en un estado de indefiniciones lo que se le agrega el sentirse sin ayuda, de impotencia, pierde su auto estima, comienza a tener cambios negativos en su personalidad, perdiendo el afecto a las demás las personas generando un distanciamiento profesional hacia su entorno laboral

Al no tener motivación ni interés comienza a cometer errores, se atrasa en su trabajo acumulándose tareas incumplidas, tiene accidentes laborales o está al borde de padecerlos por falta de atención.

Los elementos que dan lugar a esta enfermedad son varios y se dan por etapas, siendo los mismos:

- Exceso de trabajo
- Sobre esfuerzos (presión psicosocial)
- Falta de incentivos
- Desmotivación
- Pérdida de objetivos

Otro síndrome que podemos mencionar es el Mobbling, esta patología también conformado dentro de los “Estrés Psico Sociales”. El mismo es un acoso moral en cualquiera de sus formas, el cual tiene la posibilidad de la posibilidad de destruir a una persona con frases, miradas y actitudes (se suele confundir con el acoso sexual)

Este mecanismo existe en la pareja, en la familia y en las empresas ó instituciones, generando un problema muy serio. Esta patología psicológica hace que la persona tengan un “órgano de choque” como ser úlcera, presión, trastornos vasculares entre otros, ocultan el problema

Las agresiones proceden de una persona que desea desembarazarse de alguien sin ser detectado (mancharse las manos), es propia de un perverso. La víctima tiene que darse cuenta de esto para poder sustraerse a la mano de su agresor, la experiencia clínica fundada en las víctimas, sitúa el problema del lado de los agredidos con el fin de determinar que el acoso se considere como lo que es: una verdadera “destrucción psíquica”, donde la víctima vive una situación de la que no es responsable.

En lo labora los compañeros de trabajo de la víctima, generalmente por miedo, o por complicidad o, por egoísmo se mantienen al margen. Esto se debe al mundo competitivo e inescrupuloso que vivimos, con la falta de sentido común y de compañerismo.

Las víctimas por lo general no son personas afectadas de patología o débiles, este acoso comienza cuando la víctima reacciona y no se deja avasallar, su resistencia a las presiones es lo que lo señala como blanco. Esta es la fase donde el agresor mantiene a la víctima en un estado de Estrés permanente.

Muchas veces esto está considerado como intrigas palaciegas, o conductas mafiosas ó parte del Taylorismo Empresarial.

Este tipo de violencia es considerada por muchos científicos como Diana Scialpo que es una epidemia que, en un futuro próximo, superará a las enfermedades infecciosas como causa principal de morbilidad.

También son impulsos las aspiraciones a ganar más, (esto puede ser una simple ambición o puede surgir de la necesidad de una urgencia como ser la operación de un ser querido, la compra de una auto o de casarse). Pero no hay que confundir que la persistencia de la autodeterminación de incrementar el rendimiento la productividad o la duración de la jornada en exceso lleva al caso de fatiga antes mencionado en este caso el impulso pasa a ser negativo.

Los impulsos pueden ser como parte de aspiraciones al reconocimiento, (ascenso o mera ambición egocéntrica), en nuestra sociedad es muy común que cuando se pueda a generarse una vacante en una empresa las personas se sobre esfuerzan para "hacerse ver" y ser considerados candidatos para cubrir la vacante, una vez cubierta esta la gente retorna a su nivel normal de trabajo. Pero hay que tener en cuenta cuando el que desea ser reconocido sea el punto del sector (al decir punto nos referimos psicológicamente al hombre centro, al que se lo elige para ser mofa del sector, por lo general son personas retraídas o de carácter débil), esta persona generalmente es querida en el sector dado que su presencia es alegría, bromas, si falta lo extrañan si se enferma lo visitan llaman y hasta dan sangre por él, pero pobre el día que retorna este recibe todas las bromas que no le hicieron en su ausencia, el grupo lo quiere pues es su alegría pero él es una persona reprimida torturada, no puede descargar su angustia no puede golpear a sus

compañeros, se transforma en un ser que va a generar una personalidad accidental, en su desesperación por querer salir de su situación va a buscar el momento oportuno para destacarse y demostrar al resto que él es igual o mejor que todo, entonces cuando surge una tarea que nadie quiere hacer, (si uno no quiere hacer algo es problema de él pero si todos no la quieren hacer es porque encierra riesgos), entonces surge para él la oportunidad y hace lo que nadie no mide las consecuencias y generalmente llega a accidentarse o a accidentar a otro, este es el motivo porque las empresas prohíben las bromas. Pero el caso peor que el del punto es el del "manijero" (perverso) el que induce ideas para afectar a alguien al que marco por motivos propios (no le cayo bien), entonces como se mencionó induce al resto a hacerle bromas mientras que solo su participación aparente es la de observador, en este caso el afectado por lo general no es de carácter débil entonces reacciona en algún momento de presión y termina todo en una pelea, donde uno termina despedido o sancionado o lo peor en un hospital, llegado a este extremo el manijero busca una nueva víctima, es un enfermo psicológico quien si no se lo aparta destruye el grupo.

NOTA: La diferencia entre el común de la gente y los individuos perversos, es que las acciones, en la mayoría, son reacciones pasajeras. La perversidad, es una forma estratégica de utilización de otra persona para el beneficio propio haciendo el mal, sin que se produzca un sentimiento de culpa. "Los perversos son considerados como sicóticos sin síntomas que encuentran su equilibrio en este proceso". Por lo general buscan víctimas que no son desconfiada y leales, con palabra en cuanto aceptar lo que se le dice al pié de la letra. (En el perverso hay una ruptura clara de códigos)."

Los impulsos pueden surgir como mero interés en la tarea laboral que le agrada, esto hace a la correcta conducción de grupos el líder debe observar los gustos del personal a su cargo, en un grupo de trabajo a cada persona le gusta hacer algo más que al resto, es esto lo que hace a la buena conducción le da a cada persona (dentro de lo factible) la tarea que más le gusta, dando lugar a la satisfacción mencionada por Remer (ver capítulo 2), toda persona que hace la tarea que le gusta la hace con satisfacción, dedicación, calidad, precisión y rapi0dez, el grupo de trabajo gana, por el contrario, si la tarea no le agrada el dársela significa que tratará de no hacerla y cuando no tenga alternativa la hará para sacársela de encima, en consecuencia la hará sin importar le la calidad o resultado, en grupo pierde, si la tarea que asigna el líder le gusta a todos o a nadie este debe procurar rotar de manera tal que nadie se vea afectado (lo tiene entre ojos le da siempre lo peor o lo favorece siempre por que está bajo su ala) esto último afecta al grupo de trabajo.

También podemos citar los impulsos por efectos solidarios (como ser cubrir a un compañero enfermo) esto es algo que no puede hacer la empresa esto lo hace el grupo humano, hay muchos casos podemos dar por ejemplo cuando hay alguien que tiene que faltar al trabajo por dar un examen, llevar el hijo al médico, asistir al parto de su mujer, etc. aquí la empresa le da licencia pero ante el caso de tener una persona allegada un familiar con una larga enfermedad terminal (cáncer), a la persona no se le puede dar licencia hasta que solucione su drama, de hecho tiene que ir a trabajar dado que en estos casos necesita dinero para los servicios médicos, pero en que condiciones trabaja, donde está su mente ¿en la labor? o en su ser querido, de hecho su trabajo va a carecer de calidad productividad, precisión, y no mantiene la atención lo que genera riesgos de accidentes tanto para él como para el resto del equipo de trabajo, este es el caso de solidaridad en que los compañeros lo relegan a tareas secundarias mientras trabaje con esa carga psicológica, allí desarrolla actividades sin perder el trabajo, no corre riesgos él ni se los hace correr a terceros tampoco afecta la calidad ni la productividad del sector Dentro de ciertos límites los efectos de las idoneidades y los impulsos pueden llegar a

anularse recíprocamente; como por ejemplo en personas que poseen poca idoneidad para realizar determinada tarea, dependerá de sus impulsos para poder llevarla a cabo, pero siempre a corto o a largo plazo estos impulsos desaparecen, por fatiga, por estar agotado o por la desaparición real y concreta del impulso.

Bajo estas circunstancias es de gran importancia que se haga un buen estudio exhaustivo del trabajo para lograr una buena conformación del puesto, a fin de obtener buenas condiciones para el desarrollo de las idoneidades y los impulsos. La misión del experto en el estudio del trabajo consiste no sólo en conformar el puesto de trabajo en la manera más apropiada, simple y menos cansadora para el operador sino también en dotarlo de estímulos. Éstos pueden ser muchos sencillos y necesarios como, por ejemplo: el orden, la limpieza, una documentación compatible, una instrucción minuciosa de la tarea laboral, la asignación de trabajos que correspondan a las aptitudes. El experto en estudio del trabajo tiene que actuar de manera técnica y económica, teniendo en cuenta los aspectos humanos y psicológicos.

A lo anterior podemos agregar como factores de riesgo a:

- Adicción al trabajo. Este dado por las personas que poseen excesiva dedicación al trabajo, estas padecen de incapacidad de dejar de trabajar y muestran desinterés por todo aquello que es ajeno al ámbito laboral, haciendo como único objeto de su vida el trabajar.
- Un problema que afecta a muchos trabajadores es la ambigüedad, esto se da cuando no está claramente definidas sus tareas
- La infla carga laboral se da cuando el volumen de trabajo es insuficiente y está por debajo del necesario para mantener un nivel de actividad, esto se da cuando la tarea no implica compromiso mental, es demasiado sencilla o resulta insuficiente.

### 3.2. Dispersión de las características de aptitud

La aptitud de las personas para la ejecución de los trabajos no es una magnitud constante, sino que varía; presenta una dispersión muy elevada debido a otras magnitudes condicionantes. La dispersión puede referirse a un mismo individuo o a su relación con otros.

En el estudio de la conformación de puestos, tareas y procesos de trabajo se debe considerar la dispersión existente entre individuos aislados o grupos, pues son pocos los casos en los cuales un diseño va dirigido a un grupo homogéneo que responda a una media sin dispersión. Normalmente siempre hay una gran diferencia entre individuos de un mismo grupo, por lo que se hace necesario conocer el rango de dispersión de la distribución cuantitativa.

Por lo general se indica un rango de dispersión entre 5-95 percentil de la población, dejando a un lado los extremos. Los rangos que van entre 0-5 y 95-100 percentil se toman como casos especiales. (ver capítulo 5).

En las distribuciones de las características de aptitudes entre individuos no es factible hallar correlaciones estadísticas como el caso de la talla, es habitual encontrar distribuciones normales, a menos que se hubiera realizado una preselección. Las características de aptitud son dependen unas de otras, como por ejemplo la talla y el largo de las extremidades, la capacidad visual y la edad, los conocimientos y la edad, etc.



### 3.3 Modificación de la efectividad ofrecida a lo largo del tiempo

El rendimiento humano depende según lo expresado en 3.1. de las idoneidades, la disposición y los impulsos. La capacidad de rendimiento en el transcurso del tiempo está dada por la ejercitación y el cansancio, temas que trataremos más adelante en el capítulo 6.

Existe un mecanismo biológico de regulación biológica que produce cambios en las funciones corporales a lo largo del día, independientemente si la persona está o no realizando un trabajo según lo que se expresará en 3.3.1.

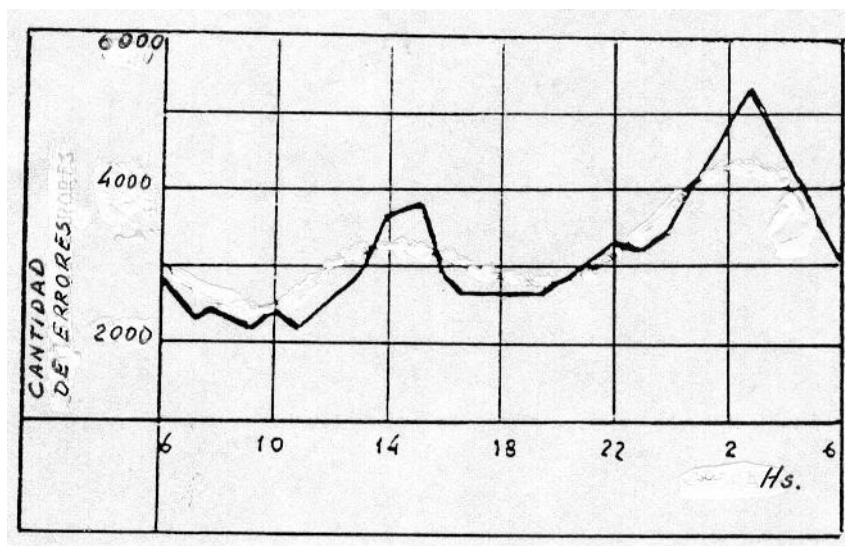
Por medio de estos diferentes fenómenos, se le hace posible al ser humano, conciente e inconscientemente, adaptarse a situaciones determinadas, lograr mayor rendimiento (productividad) y protegerse de sobrecargas.

#### 3.3.1 Variaciones periódicas de la disponibilidad de rendimiento

Las variaciones horarias en el rendimiento del individuo, denominadas ritmo diario o circadiano, constituyen un principio biológico básico que depende de la forma de trabajo y de las pausas otorgadas durante el mismo, es decir, dependen de los horarios, las pausas de comidas y del tiempo otorgado para ellas, el tiempo libre, etc.

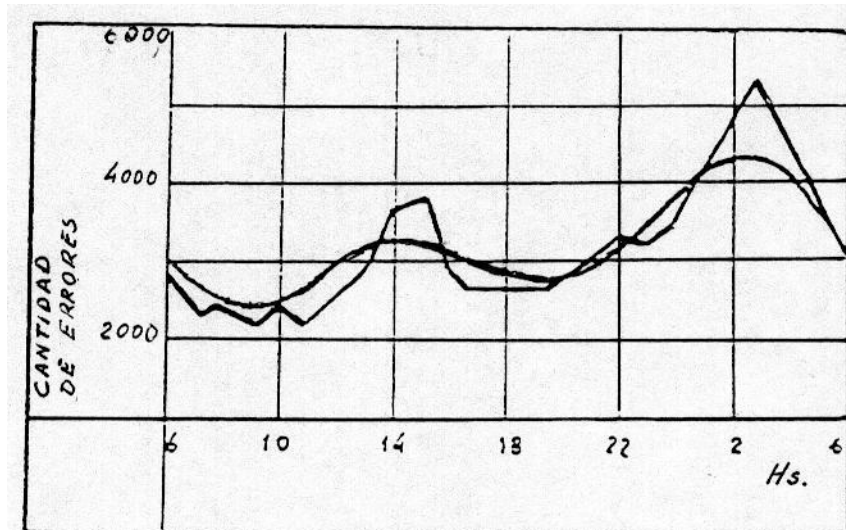
Para poder estudiar estas variaciones analizaremos la curva establecida por O. Graf (Graf, 1954) la que muestra un punto máximo alrededor de las 9 de la mañana (hora solar), un segundo punto (algo menor) a media tarde, y un mínimo absoluto (llamado punto muerto) entre las 2 y 4 de la madrugada.

En la siguiente figura (Figura 3.4) observamos la distribución diaria de 62.000 errores de lectura en una planta sueca de gas entre los años 1912 y 1931 (que representan 175.000 horas de trabajo). Cada punto del diagrama muestra la cantidad de errores a una determinada hora del día, (distribución de los aproximadamente 7.000 errores registrados de los observados). Se observan dos picos importantes, uno aproximadamente a las 3 horas (el mayor) y otro aproximadamente a las 15 horas.



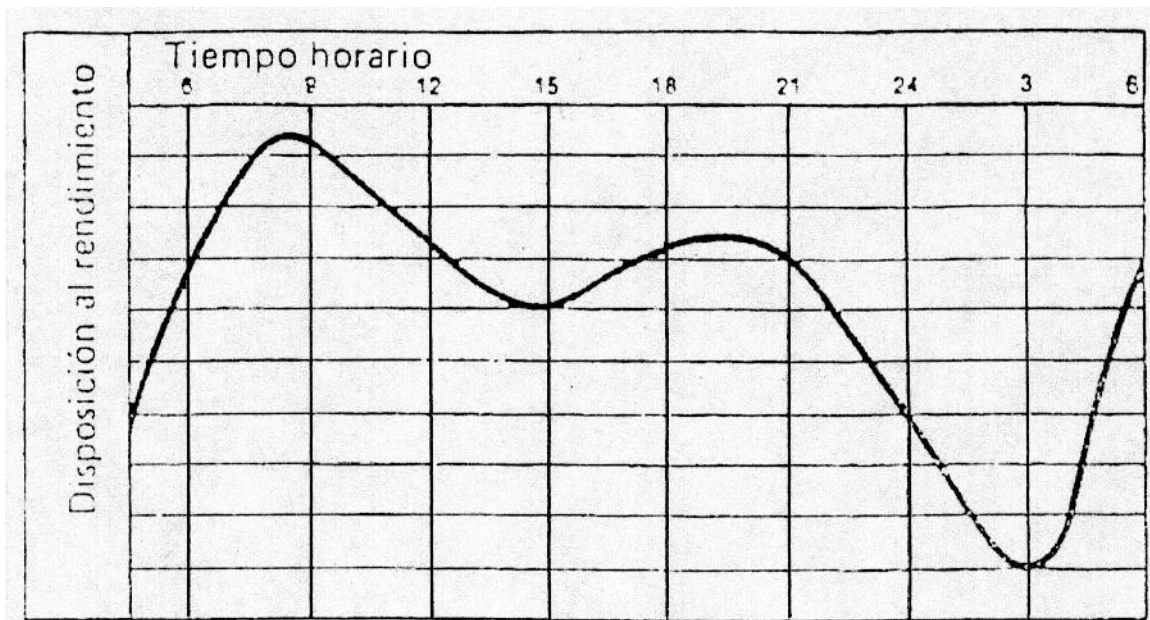
**Figura 3.4.** Distribución de errores (según Bjerner, Holn y Swensson)

Si transformamos la poligonal de la *figura 3.4.* en una curva, obtendremos como resultado la representación de la *figura 3.5.*, en la que podemos observar de mejor manera el resultado de los errores.



**Figura 3.5.** Distribución de errores (según Bjerner, Holn y Swensson) corregida según un fenómeno biológico y no estadístico

Si invertimos la curva anterior la damos vuelta obtendremos una nueva figura que nos muestra la representación del ritmo biológico medio del hombre durante las 24 hs. (*Ver figura 3.6.*)



**Figura 3.6.** Ritmo biológico del hombre (Según Graf, O. 1954)

El esquema del curso de la disposición de rendimiento a lo largo de las 24 horas del día fue estudiado por O. Graf<sup>x</sup> en 1954. Estudios realizados con posterioridad por el mismo

Graf y por algunos otros investigadores establecen que no todas las personas responden a este esquema de comportamiento, sino que muchas muestran un mayor desplazamiento de sus actividades hacia horarios más tempranos (mañaneros), en tanto que otras lo manifiestan hacia las actividades nocturnas (noctámbulos).

Se considera que aproximadamente el 30% de las personas pertenecen al grupo de los noctámbulos, es decir, los que no tienen problemas con la actividad hasta altas horas de la noche. En general, pueden mantenerse activos, sin signos de cansancio importantes, y a menudo experimentando una frescura en el trabajo durante las horas nocturnas, la que frecuentemente se debe al menor nivel de molestias.

Los individuos del tipo mañanero poseen una alta disposición para el rendimiento durante aproximadamente 8 horas, pero al promediar la tarde el cuerpo va pasando a la etapa de descanso. Además, se observa que su curva de disponibilidad fisiológica de rendimiento coincide con la de esfuerzos entregados sólo cuando estos son elevados. En el caso de bajos esfuerzos entregados, la curva puede ser opuesta a la de disponibilidad fisiológica de rendimiento.

La periodicidad de las funciones orgánicas muestra una relación directa con la disposición fisiológica; cada período tiene una duración entre 23 y 26 horas. Aun considerando a la misma persona no todos los períodos tienen igual duración; estos pueden variar por un sin número de razones, como por ejemplo: efectos climáticos (temperatura, humedad, presión, etc.), efectos psicológicos, sociológicos, estado de salud, cansancio, etc.).

Podemos citar dentro de las funciones orgánicas que manifiestan un sincronismo con el ritmo diario: a la presión sanguínea, la temperatura corporal, la resistencia de la piel, el comportamiento de la circulación, etc.

Resulta imposible realizar un cambio total del ritmo diario en el lugar habitual, ya que presenta una relación directa con la actividad solar y los hábitos diurnos del ser humano.

En el año 1995 realizamos un viaje desde Argentina hasta Japón con un grupo de personas, sin manifestarles que estaban siendo estudiadas. Su comportamiento fue observado desde la partida de Buenos Aires hasta el retorno, así como durante los 19 días que duró la estadía en Tokio. Para que el impacto del cansancio del viaje fuera mínimo, las personas viajaron en primera clase. Los resultados de la observación fueron los siguientes:

- Las cuatro personas chequeadas antes de partir eran del tipo normal, de acuerdo con el gráfico de O. Graf.
- Los desplazamientos duraron 30 horas, tanto de ida como de vuelta. Durante el transcurso de estos, las personas presentaron una conducta errática y aburrimiento por la falta de actividad.
- El comportamiento al llegar a destino ya sea Tokio o Buenos Aires, se vio manifestado con problemas de sueño durante los dos primeros días, manifestando también problemas de concentración, de retención de la memoria y de manifiesta inhabilidad manual.
- En los días posteriores los inconvenientes desaparecieron y el comportamiento se normalizó.

NOTA:

Para que el impacto del cansancio del viaje fuera mínimo, las personas viajaron en primera. Categoría.

Posteriormente se analizaron los viajes de otros dos grupos, uno a EEUU y el otro a Alemania, obteniéndose los siguientes resultados:

- Para el grupo que viajó a EEUU, el destino fue Nueva York, ciudad que tiene una diferencia horaria de una hora con Buenos Aires. Este grupo no manifestó ninguna alteración.
- Para el grupo que viajó a Alemania, el destino fue Frankfurt, ciudad con una diferencia horaria de cinco horas respecto a Buenos Aires. En este caso se observaron los mismos inconvenientes que analizamos en el caso del viaje a Japón, pero mucho más atenuados. Por otra parte, el efecto no fue igual para todas las personas.

A partir de estos casos analizados, podemos verificar nuestra anterior hipótesis y afirmar que el comportamiento frente al ritmo diario se debe a la posición solar (horaria).

En el caso de trabajo nocturno se puede lograr solo una adaptación superficial, circunstancias que se encuentran consideradas en el punto que trata la conformación del trabajo nocturno y del trabajo por turnos en el parágrafo 6.2.3.

El ritmo diario también influye en la causa de accidentes y errores de todo tipo. Si graficamos la incidencia de los accidentes en función de la cantidad de ellos por hora trabajada según la hora del día es de esperar una curva similar a la de la figura 3.4. No obstante la mayor cantidad de errores ocurren en las horas de mayor disposición al rendimiento, en las que se trabaja en forma más intensiva que lo normal. En el caso que el ritmo de trabajo sea constante, la cantidad de errores o accidentes ocurren en los horarios de menor disposición al trabajo.

En la década del 60 O. Graf\* halló la relación entre las prestaciones automáticas, la disposición fisiológica, la reserva de acciones voluntarias y la reserva de emergencia involuntaria, que representamos en la **figura 3.7**. En ella se desprende que al combinar la curva e disposición fisiológica para el rendimiento con las prestaciones automáticas, de reserva, de emergencia involuntaria, el comportamiento de estas también fluctúa en el día.

Para poder continuar con la interpretación tenemos que comenzar por definir qué significa cada una de las prestaciones señaladas en la figura 3.7., comenzando por las prestaciones automáticas o automatizadas son las propias del organismo surgen como parte basal de él. Son acciones involuntarias que responden simplemente a necesidades básicas, como por ejemplo el tener que respirar, la acción de los riñones, el latir del corazón etc. si falla una de ellas el ser muere.

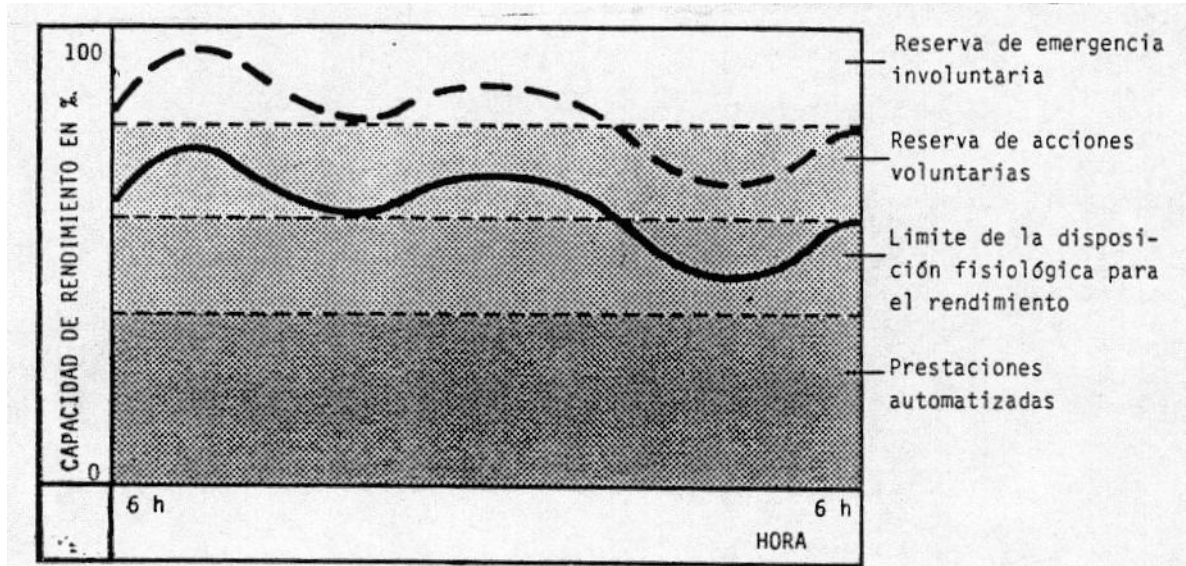
Las disposiciones fisiológicas para el rendimiento responden simplemente a las acciones normales voluntarias para poder realizar lo cotidiano, como ser la actividad de tiempo libre, caminar, comer, mirar el paisaje, conversar, etc.

Las reservas de acciones voluntarias son aquellas en que el hombre se ve obligado a efectuar ante los inconvenientes normales, cargas de trabajo que debe soportar y sobrellevar en forma voluntaria controlada está representada en el esfuerzo laboral o el que debe realizar para realizar una actividad en su hogar (por ejemplo, pintar, cortar el pasto, etc.), o en el esfuerzo que hace en desarrollar una actividad deportiva.

En cambio, las prestaciones de emergencia involuntaria responden a aquellas acciones que el hombre realiza en forma involuntaria llegando más allá de lo razonablemente esperado son producto de lo inconsciente de la desesperación u impotencia. En otras palabras son los esfuerzos llamados "sobrehumanos" que uno llega a realizar, por ejemplo la carrera que puede llegar a realizar uno para sacar un niño de la ruta de un automóvil para que este no lo atropelle, es el esfuerzo más allá de los límites normales

que puede hacer un padre para sacar un hijo de debajo de un árbol caído, puede ser el esfuerzo para detener una estantería que puede aplastar a un compañero, es la reacción tan rápida que nadie esperaba, ni podía prever.

En resumen, una persona realiza una tarea que se aleja de la zona de prestaciones automáticas, que es la le permite efectuar un trabajo con el menor esfuerzo, para realizar otra desplazada hacia la zona de reserva de acciones voluntarias, padecerá un estado de agotamiento mucho mayor.



**Figura 3.7.** Esquema de las zonas de rendimiento en el transcurso del día (según O. Graf, 1960)

Tomando en cuenta lo anterior, deducimos que en los momentos de mayor predisposición al trabajo (ya sea físico o mental) existe una mayor capacidad para acceder tanto a las reservas voluntarias como a las involuntarias.

En las horas de mayor prestación según se denota en el ritmo biológico se tiene total acceso a las reservas involuntarias. Por el contrario, en las horas valle (según el gráfico de Graf, la menor prestación se muestra a las 3 horas a.m), no se tiene acceso a las reservas involuntarias y en muchos casos tampoco a las voluntarias; el hombre tiene menor capacidad de esfuerzo tanto físico como mental. Los errores y accidentes son mayores en frecuencia por hora trabajada. Todo esto nos lleva a recomendar que al hacer una programación de trabajo se debe tenerse en cuenta estos elementos, en las horas valle no se deben exigir grandes esfuerzos ni hacer tareas que requieran precisión, reacción o esfuerzo mental. También así sucede con las horas de estudio nocturno rinden, que generalmente rinden poco, sin embargo, al llegar a las 6 hs. de la mañana el estudiante siente una reactivación en la comprensión y realización de la tarea.

Otro importante factor a tener en cuenta para el rendimiento es la disposición psicológica, también se llama motivación laboral (la trataremos al considerar los impulsos y la retomaremos en el capítulo 6). Cabe destacar que, dentro de ciertos límites, una reducida disposición fisiológica puede ser reemplazada por una gran motivación laboral. También es importante recordar alguno de los factores psíquicos mencionados por Schulte (Schulte 1977) que influyen en el aspecto psíquico del individuo *figura 3.1.*:

- Actitud frente al trabajo

- Estado de ánimo condicionado físicamente
- Influencias del trabajo y el medio ambiente
- Influencias motivacionales del medio ambiente (social mente hablando)
- Estado de ánimo proveniente del entorno personal.

### **3.3.2. Capacitación**

La capacitación permite obtener mejorías en la productividad. La instrucción o la ejecución repetitiva de trabajos similares bajo condiciones de trabajo constante (de acuerdo con el tipo de tarea a realizar) logran mejores rendimientos, que también se traducen en la disminución del esfuerzo del trabajador (humanización del trabajo), del tiempo de realización y en la mejor calidad del producto.

De acuerdo con las características del puesto de trabajo, la capacitación puede realizarse por medio de una serie de instrucciones teóricas, por la ejercitación directa sobre los medios de elaboración --es decir mediante instrucciones prácticas sobre las máquinas y/o equipos del puesto de trabajo-- o por la combinación de ambas.

Cuando la capacitación se realiza mediante la práctica directa sobre los medios de elaboración se denomina ejercitación, siendo en este caso la mejora de la productividad independiente para cada persona.

La ejercitación busca el desarrollo de las habilidades personales. En los estudios sobre trabajo se debe evaluar correctamente el rendimiento y el grado de ejercitación para no efectuar tomas de tiempo antes que el trabajador instruido logre el total de sus habilidades. La determinación del momento correcto para la toma es un objetivo fundamental para la metodología del estudio del trabajo y también para la OIT.

Durante la capacitación, el instructor debe darle al alumno los datos precisos de la tarea, así como las artimañas para hacerla mejor, más rápido, con menor esfuerzo y menor número de accidentes. También debe indicar con precisión la duración de las pausas, así como cuándo y dónde se deben efectuar. El éxito de la ejercitación no depende sólo de la cantidad de ciclos realizados o de la instrucción percibida, sino también de saber intercalar pausas para no saturar a la persona, o de indicar el período límite en que se mantiene incentivada la atención.

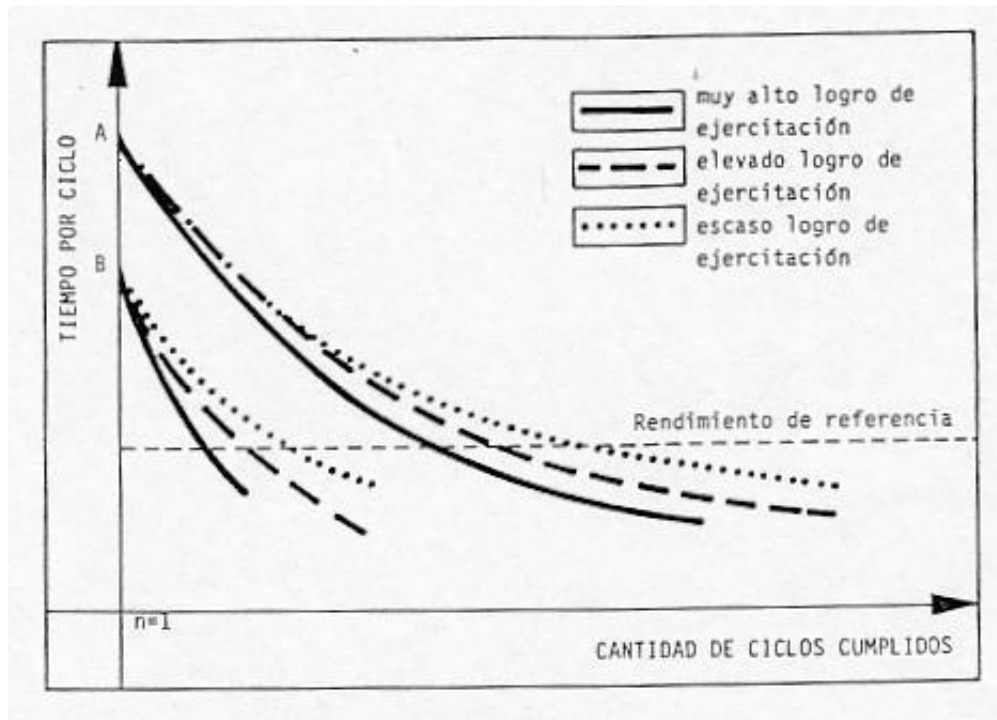
Para llevar a cabo la ejercitación en el menor tiempo y con el mejor resultado debe ser planificada sin dejar nada al azar. En el proceso de capacitación la persona aprende --primero mediante orientación y prueba-- a ejecutar la tarea en forma correcta, es decir de acuerdo con los requerimientos de la misma. Cuando no hay planificación, la capacitación la realiza el individuo en forma involuntaria e inconsciente mediante la práctica o ejercitación, haciendo con mucha dificultad el proceso de adquisición de conocimientos.

En la Figura 3.8 se representan dos casos de aprendizaje mediante la ejercitación de una tarea, tomando un trabajador con experiencia en el área y otro no experimentado. Podemos apreciar allí lo evidente: cualquiera sea la persona que haga la tarea, la reducción del tiempo con que realiza un ciclo de trabajo es acentuada al comienzo, e irá reduciéndose aún más a medida que se repite la ejercitación, hasta llegar a una asíntota con un tiempo que será su tiempo estándar. Las curvas reales de ejercitación frecuentemente presentan saltos, ya que el individuo instruido no logra cambiar eficazmente su modo de trabajo durante un período inmediato.

REFA dice:

**“Experiencias en la práctica industrial así como investigaciones de carácter científico evidencian que la reducción del tiempo por pieza mediante ejercitación depende fundamentalmente de:**

- 1) el número de ciclos de trabajo llevados a cabo y de la duración de la ejercitación,
- 2) la aptitud y de la ejercitación que aporta la persona para la tarea laboral sobre la base de su disposición y de las actividades ejercidas con anterioridad (transferencia de ejercitación),
- 3) el grado de dificultad del método de trabajo
- 4) el tipo de adiestramiento laboral recibido”(REFA, Módulo 4 pág. 6-7)



**Figura 3.8.** Representación esquemática de curvas de ejercitación (REFA). A: trabajador nuevo en el trabajo y/o sin conocimiento en el área; B: trabajador con experiencia en tareas similares

De acuerdo con lo observado podemos concluir lo siguiente:

- 1) Una persona con experiencia en la planta y/o en tareas similares comienza a realizar la tarea nueva con ciclos más cortos que los que efectúa una persona nueva y/o sin experiencia.
- 2) Con la instrucción correcta, una persona logra rápidamente la estabilización de los ciclos en los valores definitivos (asíntota).
- 3) Cuando la instrucción es ligera, hay una mayor demora en lograr tiempos estables.
- 4) Si un trabajador no tiene instrucción, la cantidad de ciclos que necesita para lograr el tiempo estable es muy elevada.
- 5) El tiempo por ciclo que logra el individuo es inversamente proporcional a la capacitación y a la ejercitación. Esto se debe a que cada persona tiene vicios (costumbres, movimientos inadecuados, etc.) que llevan a cometer errores de método de trabajo y a un proceso prolongando del tiempo por ciclo.
- 6) La calidad final del producto es directamente proporcional a la instrucción recibida. En la capacitación se corrigen los errores de apreciación por falta de conocimientos, etc.
- 7) El número de accidentes es inversamente proporcional a la instrucción recibida.

### 3.4. Condiciones específicas de grupos de personas

#### 3.4.1. Colaborador de mayor edad\*

**\*Nota:**

En muchas empresas para evitar la discriminación, los prejuicios, o cualquier otro problema de índole psicológico, se nombra a todo el personal como colaborador, eliminando la identificación por puesto ocupado, como, por ejemplo: gerente, jefe, supervisor, empleado, obrero, etc.

En párrafos anteriores hemos nombramos algunas cualidades humanas que pueden variar, pero sin haber hecho hincapié en la edad, el sexo o el estado de salud. En la Figura 3.9 mencionaremos algunas de las modificaciones atribuibles a la edad.

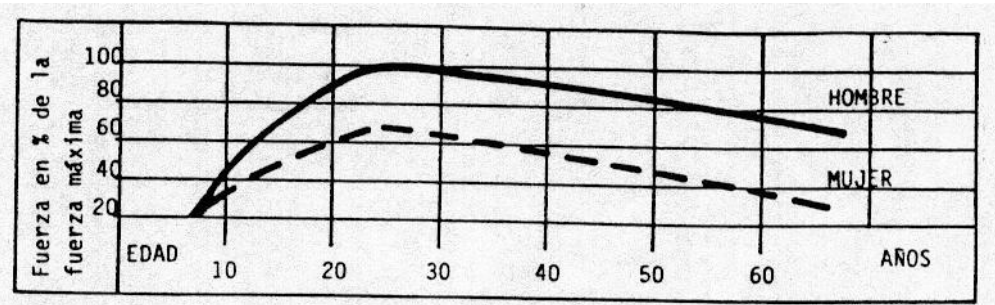
La edad puede incrementar	<ul style="list-style-type: none"><li>- Experiencia profesional y laboral</li><li>- Independencia y capacidad de expresión y juzgamiento</li><li>- Capacidad de trato y trabajo con otras personas</li><li>- Certeza en las tareas de construcción y armado</li><li>- Ejercitación para trabajos energéticos e informativos</li><li>- Exactitud en la ejecución de tareas con reducido grado de complejidad y responsabilidad</li><li>- Equilibrio y continuidad</li></ul>
El aumento de la edad puede disminuir	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fuerza muscular</li><li>- Capacidad de órganos sensitivos (vista, oído, tacto)</li><li>- Capacidad de aprendizaje de relaciones abstractas</li><li>- Capacidad de memorizar durante corto tiempo</li><li>- Capacidad de abstracción</li><li>- Velocidad de percepción y velocidad de procesamiento de la información</li><li>- Capacidad de reacción, especialmente ante tareas complejas</li></ul>

**Figura 3.9.** Modificaciones a las que tienden las cualidades y el comportamiento humano con el avance de la edad (Laurig:1982) **Fundación REFA de Argentina: REFA, "Modulo 1", Tema 4 (Ergonomía), 1988.**

Una de las consecuencias más destacadas debidas al avance de la edad es la pérdida de fuerza de las personas, denominada pérdida del rendimiento corporal o pérdida de fuerza muscular. En la Figura 3.10. pueden apreciarse las modificaciones de dicha fuerza en el transcurso de los años.

En tanto que el varón posee la máxima capacidad de fuerza (100 %), la mujer alcanza el 64 %; esto se debe a la menor talla y al distinto tipo de musculatura.





**Figura 3.10.** Fuerza muscular en función de la edad y el sexo **Fundación REFA de Argentina: REFA, "Modulo 1", Tema 4 (Ergonomía), 1988.**

De acuerdo con la Figura 3.10 el hombre alcanza la capacidad máxima de fuerza muscular aproximadamente a los 25 años, mientras que la mujer lo hace más temprano; esto se debe a la forma corporal y a la distribución de los tejidos adiposos.

A partir de la máxima capacidad, la fuerza disminuye en forma progresiva y continua tanto en un sexo como en el otro, lentamente al comienzo y más rápido luego, hasta alcanzar una disminución en forma pareja a partir de los 30 años aproximadamente. Esta disminución no es igual en todos los individuos, sino que varía de uno a otro. El gráfico representa el promedio de la población, y las modificaciones no dependen de la edad calendario, sino de la edad biológica (estado funcional del organismo). Es importante destacar que no

De todos modos, no hay una disminución de la eficiencia ofrecida al reducirse las distintas funciones fisiológicas y psicológicas.

Tal como se menciona en la Figura 3.9, en las personas de mayor edad se observa una mejora en la capacidad mental, por lo que es conveniente pasar de las actividades energéticas (fuerza muscular) a actividades que requieran mayor responsabilidad, capacidad de enjuiciamiento, confiabilidad, experiencia, libertad de decisión, pero que no se realicen contra el reloj.

Debe pensarse que con la edad aumenta el desarrollo del sentido de responsabilidad, confiabilidad y sensatez, haciendo al individuo más apto para las tareas de control.

Por otra parte, la pérdida de la capacidad máxima de fuerza es compensada con una ganancia del sentido de equilibrio y un mejor dominio muscular.

La curva de probabilidad de accidentes tiene su máximo entre los 14 y 20 años de edad, disminuyendo en forma constante con el aumento de la edad. Sin embargo, la gravedad de los accidentes aumenta con el incremento de edad como consecuencia de la menor vitalidad y capacidad de reacción. Además, con la edad también hay que considerar los efectos psíquicos de los accidentes de trabajo.

Recomendaciones para el empleo de personas de mayor edad:

- 1) Procurar que el colaborador pueda tener libre elección de las condiciones de trabajo.
- 2) Adaptar el puesto de trabajo a la capacidad de rendimiento de los requerimientos de atención, concentración y memoria.

- 3) Posibilitar procesos de movimientos de libre elección (que determine el proceso y método de trabajo).
- 4) Permitir una regulación de la intensidad de iluminación (debido a las reducciones que sufre el sistema oftalmológico).

Permitir la regulación de los demás sistemas sensoriales en función de las pérdidas de sensibilidad por envejecimiento.

- 6) procurar condiciones de trabajo térmicamente apropiado.

### ***3.4.2 Colaboradores adolescentes***

En todo el mundo existe una forma dispar de los trabajadores de entrar al mercado laboral. En nuestro país esa diferencia se presenta al estudiar las distintas regiones o provincias. De modo que existe un gran número de adolescentes que se inician a temprana edad en las actividades laborales, por lo que es necesario tratar su problemática.

Según algunos autores europeos la capacidad física continua se alcanza en las mujeres a los 14 años y en los varones recién entre los 20 y 25 años. Esta aseveración, que difiere de lo establecido en la Figura 3.10, se debe a varias razones:

- diferencias de desarrollo entre individuos de distinta raza,
- condiciones socioeconómicas que interfieren con una buena alimentación,
- la dispersión propia que existe entre un ser humano y otro.

De acuerdo con nuestro criterio, es excesivo considerar que a los 14 años las mujeres alcanzan el total de su desarrollo físico, dado que primero se produce un desarrollo en altura que llega a veces a sobrepasar los 20 años, y luego un desarrollo de la masa muscular que se acentúa recién después de los 14 años y suele finalizar alrededor de los 25 años. En cuanto a los valores podemos aceptarlos con cierto reparo debido a las condiciones que diferencian el desarrollo propio de las mujeres.

La habilidad manual evoluciona en forma análoga al desarrollo del cuerpo, alcanzando su plenitud entre los 21 y 23 años.

La misma evolución se produce en el desarrollo de los tiempos de trabajo debido a que el cambio físico impide el buen dominio del cuerpo, de allí el dicho sobre la torpeza del adolescente. Se debe tener en cuenta la mayor dispersión de las medidas corporales como consecuencia del desarrollo físico.

Es necesario considerar a la hora de asignar las tareas laborales que el adolescente es propenso a sufrir accidentes como consecuencia de su falta de dominio corporal, falta de concentración y escasa experiencia y ejercitación

Es aconsejable que para tareas que requieran de esfuerzos y/o posiciones forzadas y/o gestos repetitivos la edad del trabajador no sea inferior a los 22 años para tener asegurada la madurez física de la persona y no causarle daño en el desarrollo físico final, por estos factores.

### 3.4.3. Colaboradoras

Para estudiar las diferencias de talla entre el hombre y la mujer hay que recurrir a las tablas antropométricas (ver capítulo 5: Antropometría). De todos modos, podemos decir, salvando las diferencias dadas por la dispersión, que las mujeres tienen un promedio de altura de 10 cm menos que los varones; por ello y por las diferencias de masa muscular son 10 kg. más livianas.

Las mujeres tienen las extremidades proporcionalmente más cortas y ligeramente volteadas hacia adentro, condiciones que las hace más propensas a los accidentes. Asimismo, tienen dificultades para mantenerse de pie tanto tiempo como el hombre. Esto se debe, según Rohmert (1979), a que el cuerpo femenino presenta a partir de las caderas una leve inclinación hacia delante. Esto se potencia con el embarazo.

La capacidad máxima de rendimiento continuo es alcanzada antes en las mujeres que en los hombres, como se manifestó anteriormente, debido a que poseen mayor proporción de tejido adiposo en el cuerpo.

Según lo estudiado por Müller y Vetter en 1954, y por Rohmert en 1979, podemos afirmar en general la habilidad manual de la mujer no se debe tanto a diferencias especialmente del sexo, sino más bien a la mayor ejercitación que ésta tiene. Resultados de pruebas han demostrado que las mujeres poseen una habilidad manual de 6 a 10 % mayor que los varones. Así mismo Gubser (en 1968) atribuyó “También una mayor resistencia a la monotonía de las mujeres, la cual fue aceptada en la práctica, no pudo ser probada a través de investigaciones científicas. Esta aceptación se basa principalmente en el mayor empleo de las mujeres en actividades con ciclos cortos y repetitivos” (Gubser: 1968).

En las empresas que trabajan mujeres se debe tener en cuenta:

- 1) La capacitación, entrenamiento y ejercitación reducen la resistencia y el temor de las mujeres a desarrollar actividades en puestos con tecnología muy compleja.
- 2) Se debe tener en cuenta las condiciones del puesto de trabajo tanto en el período previo como posterior a la maternidad.
- 3) Se deben evitar los trabajos nocturnos y por turnos rotativos en las mujeres, dado que las tareas que realiza en el hogar, así como la condición de madre, limitan sus posibilidades de descanso diurno.
- 4) En los puestos de trabajo deben suministrarse los medios auxiliares adecuados para evitar que las mujeres realicen esfuerzos inadecuados o excesivos (suministro de balanceadores de peso, carretillas, grúas, palancas, etc.).
- 5) Se deben evitar trabajos con combinación de temperatura y esfuerzos.
- 6) Se deben contemplar las leyes que protegen a la mujer.

- 7) Se deben respetar los ciclos (En Argentina existe el día higiénico mensual)

#### **3.4.4. Disminuidos físicos**

Según Rohmert (1976), las disminuciones físicas que alteran las posibilidades de trabajo o rendimiento son las siguientes:

- 1) Enfermedades congénitas, enfermedades de la niñez o accidentes en la niñez
- 2) Enfermedades o accidentes fuera del ámbito laboral
- 3) Daño provocado por la tarea laboral y desgaste prematuro en la vida profesional
- 4) Envejecimiento prematuro (patológico) y también normal

La disminución física producida por la propia tarea laboral es de interés especial y puede ser consecuencia de:

- 1) Afección por influencia directa del medio ambiente
- 2) Condiciones laborales antihigiénicas
- 3) Accidente laboral
- 4) Posiciones inadecuadas (mala conformación del puesto de trabajo)

Las disminuciones físicas son determinadas por un médico especialista dentro o fuera de los elementos legales (juicio).

El médico laboral en conjunto con los técnicos especialistas (de ingeniería, de métodos y tiempos o del servicio de higiene y seguridad) deben determinar cual es el grado de disminución de un colaborador dentro de la empresa para adaptar el nuevo perfil a los puestos de trabajo existentes, o para conformar o reconfigurar el propio.

El hecho de retomar al disminuido físico por la empresa no solo es un deber de humanidad, de orden social, sino que también tiene razones económicas. Es un excelente motivo conservar la persona, aprovechando su experiencia y sus conocimientos. Sabemos que la formación de una persona no solo es muy costosa, sino que además acarrea un largo tiempo del que pocas veces se dispone.

Muchas veces el impedimento afecta pocas habilidades o capacidades, por lo que la persona puede rendir plenamente en su puesto original o en algún otro alternativo

Para solucionar los problemas de hallar puestos adecuados, en la empresa de mayor tamaño es importante crear un archivo con los puestos que pueden ser ocupados por personas disminuidas físicamente.

También se puede agregar el siguiente cuestionario para complementar la búsqueda:

- 1) Qué puesto de trabajo requiere o no determinadas habilidades
- 2) Qué puesto de trabajo puede ser ocupado por disminuidos físicamente
- 3) Están éstos puestos (ítem anterior) ocupados por disminuidos físicamente
- 4) Qué medidas de reconfiguración en los puestos de trabajo se pueden efectuar para adaptarlos a disminuidos físicamente

La experiencia y los conocimientos del personal de estudio del trabajo son importantes para llevar a cabo la detección de puestos para los disminuidos o para la reconfiguración de ellos.

## **BIBLIOGRAFIA, del capítulo 3**

**Fundación REFA de Argentina: REFA, "Modulo 1", Tema 4 (Ergonomía), 1988.**

**Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V . Köln N° 75 (junio 1978)**

**Prf. Dr. Ing. Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. Beuth Verlag GmbH . Berlin . Köln 1992**

**Prof Dr. Med. Hettinger, Theodor. Schwere Lasten-leicht gehoben. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung. München 1991**

**Instituto MAPFRE/Ergonomia Actualización en ergonomía y Psicología aplicada Buenos Aires 2011**

**MARIE-FRANCE HIRIGOYEN. El acoso moral., Editorial Paidós, 1999.**

**Prof Dr. Med. Müller, Wolf-Limmroth bearbeitet von Dr. Reinhard Schug. Arbeit und Stress. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung. München 1990**

**McCormich. Human Factors in Engineering and Design. Editorial Gustavo Gill, S.A., Barcelona 1980**

**SCIALPI D, Violencias en la Administración Pública, Editorial Catálogos, 2004.**

**Dr. Villee, C. A., Biología. Editorial EUDEBA. Buenos Aires 1963**

## **CAPITULO 3 - INDICE**

<b>3. EL RENDIMIENTO HUMANO Y SU DISPERSION</b>	<b>16</b>
<b>3.1. FUNDAMENTOS</b>	<b>16</b>
<b>3.2. DISPERSION DE LAS CARACTERISTICAS DE APTITUD</b>	<b>20</b>
<b>3.3. MODIFICACION DE LA EFECTIVIDAD OFRECIDA A LO LARGO DEL TIEMPO</b>	<b>20</b>

<b>3.3.1. VARIACION PERIODICA DE LA DISPONIBILIDAD DE RENDIMIENTO</b>	<b>21</b>
<b>3.3.2. CAPACITACION</b>	<b>26</b>
<b>3.4. CONDICIONES ESPECÍFICAS DE GRUPOS DE PERSONAS</b>	<b>29</b>
<b>3.4.1. COLABORADO DE MAYOR EDAD</b>	<b>29</b>
<b>3.4.2. COLABORADORES ADOLESCENTES</b>	<b>31</b>
<b>3.4.3. COLABORADORAS FEMENINAS</b>	<b>32</b>
<b>3.4.4. DISMINUIDOS FISICOS</b>	<b>33</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>35</b>

## 4. CARGA Y SOLICITACIÓN

### 4.1. Introducción

Para estudiar el concepto de carga es necesario, necesario conocer la interrelación el individuo y la máquina en una tarea laboral; también se debe entender el funcionamiento de cada puesto de trabajo, desde el más simple hasta el más complejo, desde los fabriles hasta los administrativos. Por lo tanto, nos preocupamos de definir los elementos que forman un puesto de trabajo, así como el comportamiento de las personas en el mismo.

### 4.2. Origen del concepto de sistema laboral

A lo largo de nuestro estudio utilizaremos metodológicamente el Módulo 1 de REFA en todo lo que se refiere a la descripción de un sistema laboral, el cual vamos a aplicar en toda la extensión de ese libro a partir de este capítulo.

#### 4.2.1. Sistema

Llamamos *sistema* a un conjunto de elementos que interactúan entre sí. Bajo esta definición, podemos diferenciar, en primera instancia, la existencia de dos tipos distintos de sistemas: los sistemas naturales y los sistemas artificiales.

Los sistemas naturales son aquellos que la mano del hombre no intervino en su formación, por ejemplo, el sistema planetario, el sistema orográfico, el sistema hidrográfico, etc. En cambio, los sistemas artificiales son el producto de la mano del hombre y están presentes donde él se encuentre.

A su vez podemos clasificar los sistemas en concretos y sistemas abstractos; sistemas concretos son aquellos que poseen una dimensión natural, como por ejemplo una red vial, una empresa, una cabina de conducción de un avión, etc. En cambio, los sistemas abstractos son parte del pensamiento y de ellos solo podemos ver representaciones, tales como los sistemas de numeración, sistemas de ecuaciones, etc.

Según REFA se entiende por sistema el siguiente concepto: "Sistema es un conjunto de elementos cuyas relaciones recíprocas sirven a un fin determinado".<sup>1</sup> Se puede designar con este término tanto un puesto de trabajo individual como una fábrica, una empresa o incluso la totalidad de la economía nacional. La definición rige tanto el puesto de trabajo fabril, como en la administración o en sector de servicios.

#### 4.2.2. Tipos de sistemas

Dentro del campo industrial resulta conveniente distinguir tres tipos de sistemas (figura 4.1.)

En el desarrollo de nuestro estudio trataremos sistemas socioeconómicos exclusivamente

---

<sup>1</sup> REFA. Ingeniería Industrial, Tomo 1. parte A. Capítulo 3.2. página 68-73.

#### 4.2.2. Tipos de sistemas



Dentro del campo industrial resulta conveniente distinguir tres tipos de sistemas (figura 4.1.)

En el desarrollo de nuestro estudio trataremos sistemas socioeconómicos exclusivamente

Tipo de Sistema	Elementos fundamentales que guardan relaciones recíprocas.	EJEMPLOS	
		Designación del sistema	Finalidad del sistema
Sistemas técnicos (sistemas de máquinas)	Medios de elaboración y herramientas	Autómata, tren de transferidoras	Elaborar una culata
Sistemas sociales (sistemas de personas)	Seres humanos	Asamblea de fábrica, plana mayor	Informar, coordinar
Sistemas sociotécnicos (sistemas hombre-máquina)	Hombres y medios de elaboración	Puesto de trabajo en la máquina, cabina de mando de la grúa, cinta continua, centros de producción y de administración de un establecimiento	Tornear una pieza, asentar en libro una factura

**Figura 4.1.** Tipos de sistemas.

### 4.2.3. Sistema Laboral

Los sistemas laborales son aquellos que sirven para realizar tareas (actividades laborales), la metodología REFA los define así:

*“Los sistemas laborales sirven para el cumplimiento de las tareas laborales; hombres y medios de elaboración actúan juntamente con el caudal de entrada y bajo las influencias recíprocas del medio ambiente”.*

El hombre y el medio de elaboración actúan en conjunto con la entrada, (materia prima, energía, información, etc.), y bajo la influencia del medio ambiente.

Nota:

Hay que establecer que en un puesto de trabajo (sistema laboral) se pueden desarrollar varias tareas, esto es importante de establecer ya que cuando se realicen estudios de evaluación, se analiza cada tarea en particular y no el puesto en forma general, ya que puede haber una tarea con inconvenientes y el resto no en cuyo caso se actuará sobre la problemática sin necesidad de afectar las otras

### 4.2.4. Elementos de un sistema laboral

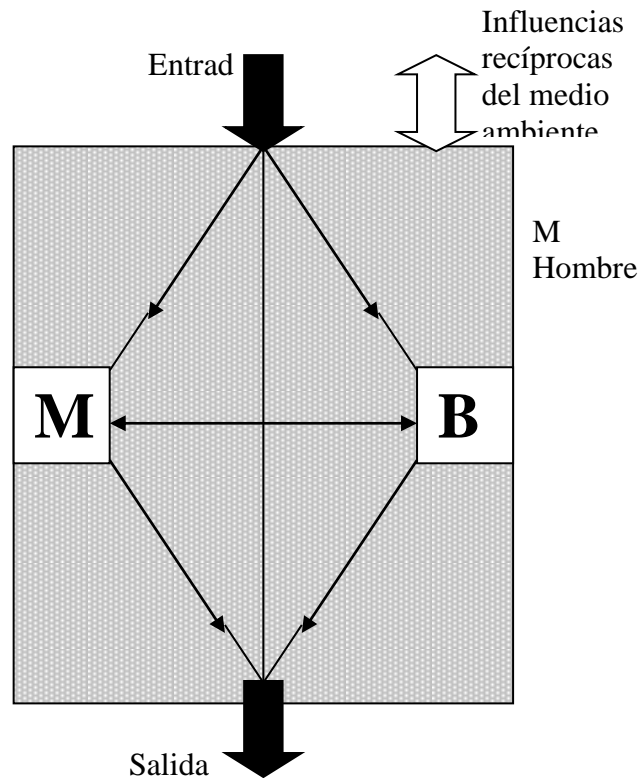
La metodología que estamos siguiendo define a los sistemas laborales según los siguientes conceptos:

- 1) Tarea laboral.
- 2) Proceso de trabajo.
- 3) Entrada.
- 4) Salida.
- 5) Hombre.
- 6) Medio de elaboración o trabajo.
- 7) Influencias recíprocas del medio ambiente.

Los individuos y los medios de elaboración son componentes fundamentales del sistema, pues además de no haber sistema laboral (para el estudio de la ergonomía no se toman en cuentas los sistemas robotizados) sin hombre, las personas requieren de medios para realizar todas sus actividades.

Tarea laboral

Proceso de



**Figura 4.2.** Sistema laboral según REFA.

Definiremos a cada uno de los siete conceptos que integran un sistema laboral:

- 1) **Tarea laboral:** La tarea laboral es la que caracteriza la finalidad del sistema. Generalmente puede ser definida por un sustantivo que designa la acción más un complemento (sustantivo introducido por preposición) que especifica la actitud que designa la tarea.  
Ejemplo: Embalaje de un aparato de radio, entrada de datos a un sistema operativo, transporte de pasajeros, etc.
- 2) **Proceso de trabajo:** Se define así al curso estereométrico y cronológico que experimenta la acción conjunta del hombre y los medios de elaboración con la entrada del sistema, para transformación de esta en conformidad con la tarea laboral. El proceso de trabajo es también designado como proceso o comportamiento temporal del sistema
- 3) **El caudal de entrada de un sistema de trabajo:** por lo general, consiste en objetos a elaborar, personas, información o energía, cuyo estado, forma o situación debe modificarse según el sentido de la tarea laboral.  
Se suele designar la entrada con el término *input*. Los objetos a elaborar son, entre otros ejemplos, los datos, la información (indicaciones de trabajo), el dibujo o plano, el plan de trabajo, etc.; la energía consiste en por ejemplo en electricidad, vapor, aire a presión, etc.  
Ejemplo: Aparatos electrónicos que han de ser embalados, la caja, el relleno de amortiguación de golpes, la factura, paleta de transporte y cinta engomada.
- 4) **El caudal de salida del sistema laboral:** Consiste generalmente en el objeto a elaborar, personas, desperdicios e información que fue transformada o empleada en el sentido laboral. La salida es designada con el término *output* o resultado del trabajo.  
Además del objeto elaborado, la salida de un sistema laboral puede ser los portadatos, la información y las personas.

*Ejemplo:* Siguiendo con lo anteriormente mencionado; aparato ya embalado, factura realizada y asentada en los libros, el paquete estibado y atado en la paleta.

**5-6) Hombre y Medio de Elaboración:** Son las capacidades del sistema laboral, que transforman la entrada en salida, de acuerdo con la tarea. En nuestro caso el medio de elaboración puede ser una vídeo terminal, una PC, etc.

**7) Influencias Recíprocas del Medio Ambiente:** se subdividen en influencias físicas y organizativas y sociales que actúan en el sistema laboral o que, en determinadas circunstancias, pueden ser producidas por éste. Las influencias del medio ambiente son también llamadas influencias del entorno o influencias recíprocas del medio ambiente, entre otras son, por ejemplo: el clima, la iluminación; el ruido generado por los diferentes medios de elaboración, como ser una impresora, una máquina de taladrar, etc. Las influencias organizativas pueden ser, por ejemplo, las pausas reglamentadas (de descanso), el ambiente de la empresa, etc.; influencias sociales pueden ser, por ejemplo, la disposición para realizar un trabajo, etc.

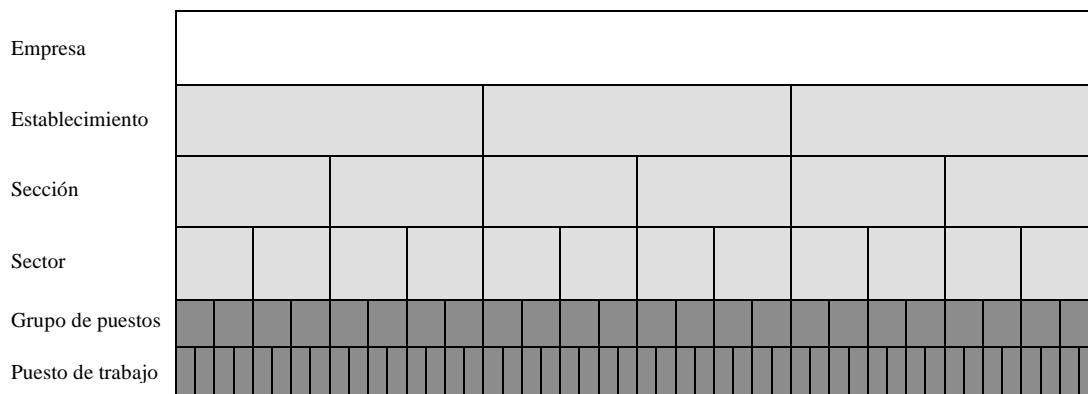
Podemos representar a un sistema laboral como en la figura 4.3.

Los sistemas laborales según se los estudian pueden tener diversas magnitudes. El sistema más pequeño que podemos hallar es un puesto de trabajo individual, y el más grande es la empresa en sí. Por los que podemos dar la siguiente definición: *un puesto de trabajo es el sistema laboral más pequeño, por lo cual lo denominaremos microsistema laboral, en tanto que una empresa completa constituye un macrosistema laboral.* Las diversas magnitudes de un sistema se aprecian en la figura 4.4.

De acuerdo con la conexión de los sistemas laborales entre sí, se pueden clasificar en: sistemas en serie (conexiones sucesivas); o sistemas en paralelo (conexiones en paralelo, donde todos los puestos hacen lo mismo).

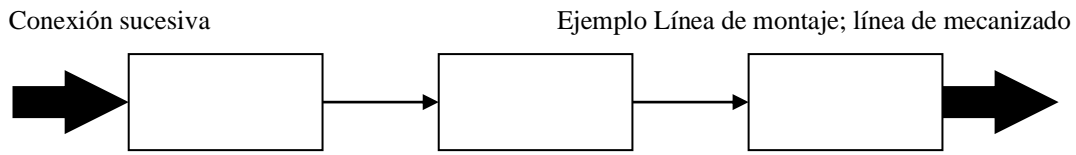


**Figura 4.3.** Sistema de trabajo (aPa)



**Figura 4.4.** Sistemas de trabajo de diversas magnitudes

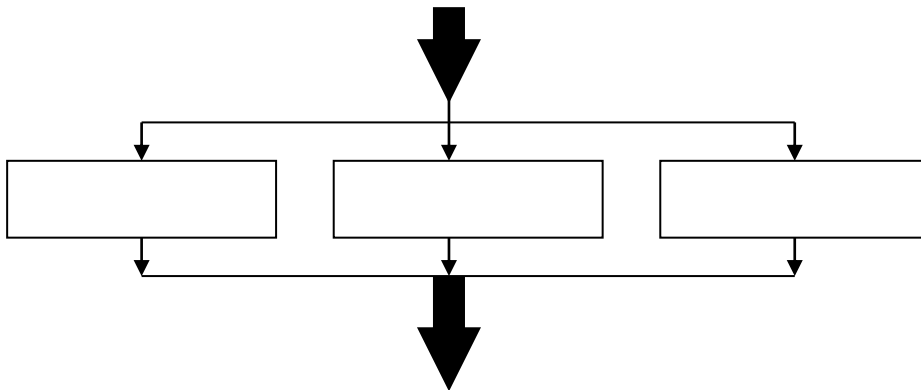
Además, los sistemas tienen estructuras jerárquicas que en general responden a una línea de mando, donde las comunicaciones se efectúan como en la figura 4.5.



**Figura 4.5.**

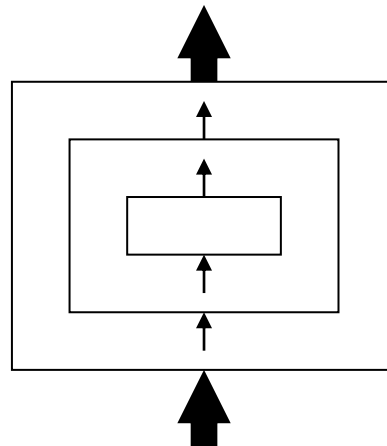
Conexión en paralelo

Ejemplo. Cajeras de un hipermercado, Boleterías en una gran estación



**Figura 4.6.**

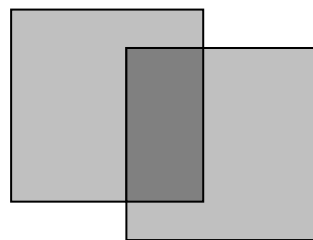
Estructura jerárquica de



**Figura 4.7.**

Organización en línea

También se presentan casos de sistemas superpuestos como se observa en la figura 4.8.



**Figura 4.8.** Ejemplo: Trabajo en equipo con uso común de algún medio de elaboración como ser uso conjunto de un monorriel.

Cuando se estudia un sistema laboral es de suma importancia entender cuál es la tarea que en él se efectúa. También es importante saber acotar su extensión dado que en Ergonomía es más importante el

macroestudio que el macroestudio, ya que el primero permite actuar directamente en cada puesto de trabajo para apreciar el efecto sobre el colaborador.

#### **4.2.4.1. Personas, medios de elaboración y objeto a elaborar**

En la metodología REFA se el término *hombre o persona (en nuestro caso agregamos individuo)* en lugar de la designación de “*trabajador*”, nosotros agregamos el término *Colaborador* como ya indicamos anteriormente. Estos términos se emplearán a todo el conjunto de individuos que integran la empresa independientemente del puesto o nivel de trabajo, inclusive a todos aquellos que no integren una organización laboral, como ser amas de casa, profesionales independientes, etc.

La metodología REFA define como medio de elaboración a los aparatos o máquinas que en una forma cualquiera intervienen en un sistema de trabajo para cumplir la tarea laboral.

Medios de elaboración son, por ejemplo: mesas de trabajo, computadoras personales, instrumentos de medición, sillas, herramientas, etc. Según la norma DIN 33.400, los medios de elaboración son designados también con el nombre de medios de trabajo.

Ejemplos de medios de trabajo: instalaciones de refrigeración, instalaciones de calefacción, los medios de transporte (paletas, arcones, transpaletas, etc.), los medios de organización (formularios, archivos, etc.).

La metodología REFA define por *objeto a elaborar* a todos aquellos materiales, bienes, portadatos, etc., que son transformados o empleados de acuerdo a una tarea laboral concreta<sup>3</sup>. En estudio del trabajo, en general se designan por *objetos a elaborar* a elementos concretos como ser piezas, semielaborados, materia prima mercadería, portadatos, etc.

#### **4.2.4.2. Sistema Hombre Máquina**

Como ya se mencionó en el punto anterior el hombre es uno de los componentes del sistema laboral. Dicho sistema se considera como un circuito de regulación en el cual el intercambio de información es entre el colaborador y los medios de elaboración regulando el flujo de energía en la/ las máquinas. El intercambio entre el medio de elaboración y el hombre se denomina circuito de regulación hombre-máquina.

A través de los órganos sensoriales, el ser humano sigue el proceso de trabajo (especialmente en primer lugar con la vista y en segundo lugar con el oído).

Con los órganos sensoriales, el hombre percibe las señales de los medios de elaboración y, también, del medio de elaboración (es decir, la cosa que es procesada). De los medios de elaboración recibe el ruido, las vibraciones, cambios de posición, etc., el medio en elaboración percibe los cambios físicos y/o químicos.

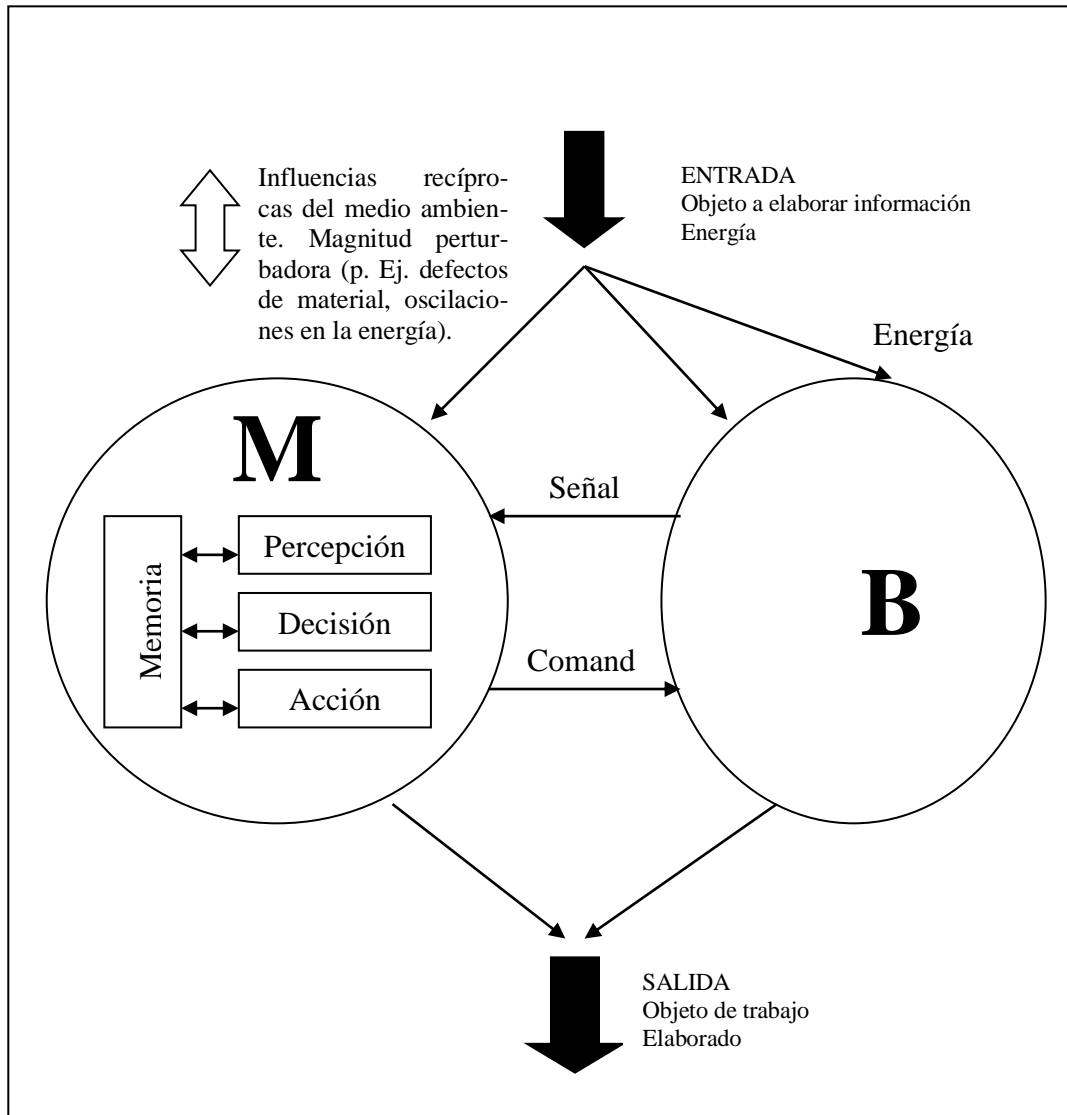
El colaborador compara lo que percibe consciente o inconscientemente lo compara con la información que tiene en su mente (memoria). Sobre la base de esta comparación toma decisiones de acuerdo con el conocimiento almacenado y la experiencia adquirida.

Las decisiones tienen como consecuencia la realización de acciones que se concretan en el manejo de los comandos. A su vez, éstos provocarán un cambio en el proceso que será percibido por el hombre a través de sus órganos sensoriales. El proceso vuelve a repetirse en un constante feedback.

Hay muchos tipos de trabajos, pero podemos decir, en general, que cada uno se compone de transporte o elaboración de objetos con el uso de energía. Dicha energía puede provenir de diferentes fuentes: externas al puesto de trabajo (como parte del caudal de entrada) o fuentes internas (generada por el colaborador). También el accionamiento de los controles puede ser directamente operado por el colaborador, o indirectamente a través de un controlador (ordenador, sistema de control numérico, etc.).

---

<sup>3</sup> la información son datos que desencadenan procesos o permiten su realización

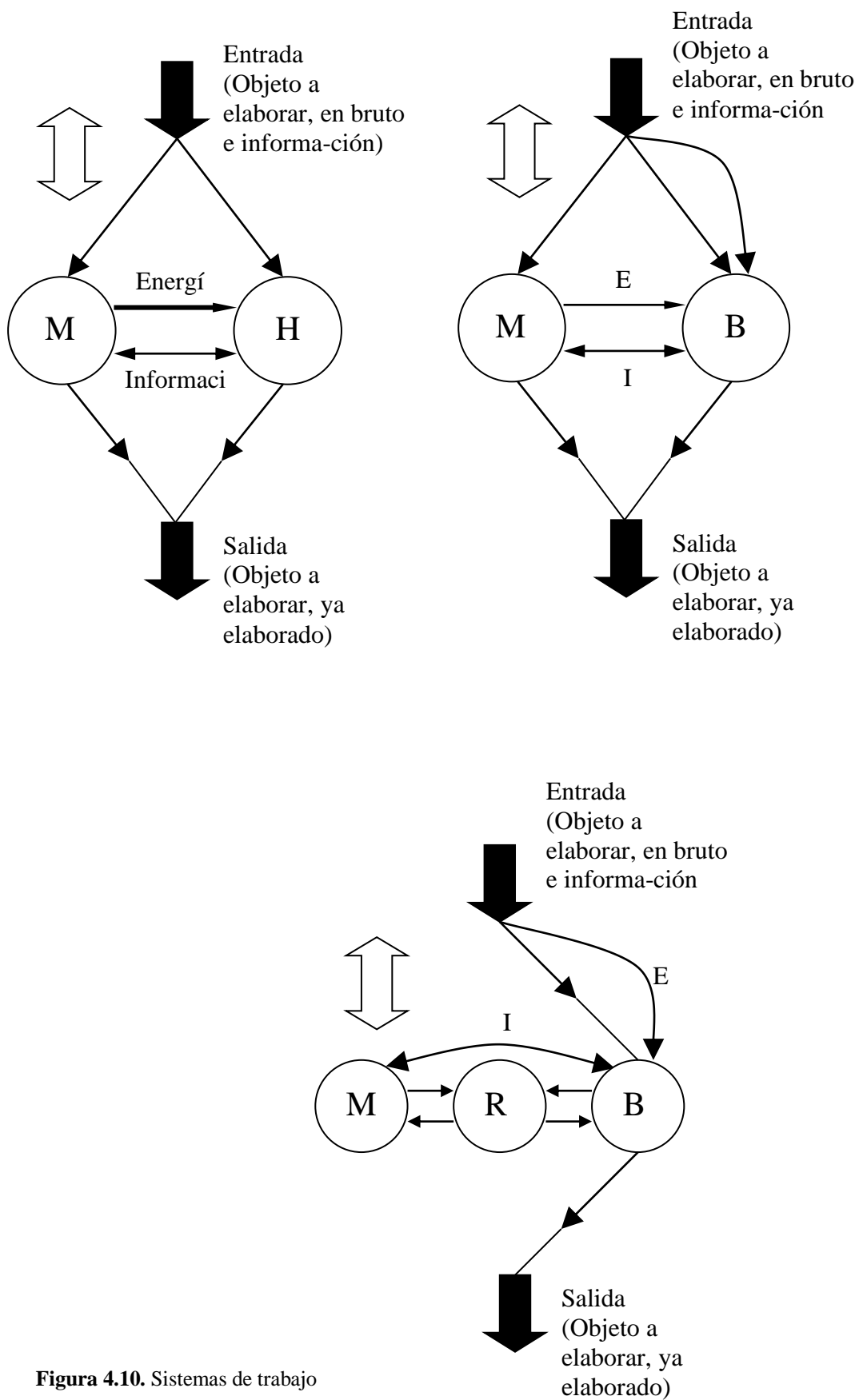


**Figura 4.9.** Sistema laboral como circuito de regulación "hombre-máquina".

Sobre la base de lo antedicho, podemos afirmar que existen tres tipos de trabajos bien diferenciados: trabajo manual, trabajo mecanizado y trabajo automatizado. La interacción de cada uno de ellos se encuentra representada en la figura 10.4. y los definiremos a continuación:

### ***Trabajo manual***

Es el más elemental de los tipos de trabajos. Se refiere al trabajo puramente manual, en el cual la acción del colaborador no solo sirve para la trasmisión de la información (transcurso del tiempo con la creciente tecnificación la cantidad de puestos que lo realizan se van reduciendo), (Control y observación del proceso de trabajo), sino que también es la fuente de energía.



**Figura 4.10.** Sistemas de trabajo

En estos puestos de trabajo, la energía en estos puestos proviene exclusivamente del hombre en el accionamiento de las herramientas o máquinas manuales. El intercambio de información es muy bajo pues también la productividad lo es, podemos citar como ejemplo los trabajos artesanales, matricera de banco, ajuste, puestos de rebabado manual, etc.

### ***Trabajo mecanizado***

Este es el más común de los puestos de trabajo en el presente. En este tipo de puestos, la principal fuente de energía proviene del exterior como parte del caudal de entrada, el colaborador solo entrega una cantidad baja de energía para accionar los medios de elaboración (las máquinas).

En estos puestos de trabajo la cantidad de información que debe manejar el hombre es, al igual que la productividad mucho mayor que en el anterior caso.

### ***Trabajo Automatizado***

En la actualidad es el tipo de puesto de trabajo de mayor conformación porcentual; en ellos tanto la energía como todas las informaciones necesarias para el comando del proceso en el medio de elaboración están instalados en la máquina o son parte de ella en forma de un mando programado o de un regulador. El colaborador sólo se limita a ejercer trabajos de vigilancia y control.

En este tipo de trabajo, el medio de elaboración recibe el 100 % de la energía del exterior como parte del caudal de entrada. Los medios son en general muy complejos ya que la información que emiten y la que le es necesario recibir es muy grande y de difícil interpretación, no pudiendo el hombre manejarla en su totalidad. Por ello se intercala entre hombre y máquina un controlador - regulador, (control numérico, PC, etc.), de tal manera que procesa la profusa información de la máquina y la entrega al hombre en otra menos compleja y fácil de interpretar, de tal manera que el colaborador pueda tomar decisiones y accionar comandos (generalmente da instrucciones) para que el controlador decodifique la acción del hombre y acciona sobre la máquina de acuerdo a las necesidades.

En el pasado, la tendencia mundial fue la mecanización de los puestos de trabajo, con el fin de una mayor productividad y humanización del trabajo; en aquel momento, las mejoras sociales de los trabajadores era una meta importante. Desde hace algunos años como consecuencia de la tendencia mundial a la globalización de los procesos económicos, se tendió a la automatización en vías a una mayor productividad y bajo de costo, buscando exclusivamente el aumento de las ventas.

Desde la perspectiva del estudio del trabajo, se busca la automatización de los puestos de trabajo donde la frecuencia de señales requiere una reacción demasiado rápida, de manera que le resulta imposible a una persona responder o mantener una atención por un tiempo prolongado, (ver figura 4.11). La meta de la mecanización y la automatización es la de sustituir al hombre por la máquina, fundamentalmente en donde este no pueda actuar en forma adecuada y eficiente (figura 4.11.) y donde la falta de aptitud es la causa de una baja rentabilidad del sistema (Schnauber, 1979).



<b>Objeto de consideración</b>	<b>Máquina</b>	<b>Persona</b>
1. Rendimiento mecánico en general	Elevado o pequeño	4,4 Kw hasta 10 seg. ; 0,7 Kw algunos min.; 0,2 Kw 8 hs. (trabajo continuo)
2. Capacidad de maipuleo	Construido específicamente	Versátil y flexible
3. Recepción de información		
a) Clase (modalidad)	De acuerdo a la posibilidad física de medir	Según los órganos de los sentidos
b) Rango (intensidad)	Pequeña (lineal)	Grande (logarítmica)
c) Relación señal-ruido (receptibilidad)	Seleccionable	Dependiente de la relación (Weber-Fechner)
d) Reconocimiento	Sintáctico (carácter)	Semántico (forma) Pragmático (significado)
4. Procesamiento de la información		
a) Procesamiento de algoritmos	Exacto, mala corrección de errores	Inexacto, posibilidad de corrección de errores
b) Formación de estrategias	Programación rígida	Posibilidad de elección y optimización
c) Formas de procesamiento	Multicanal (paralelo)	Posiblemente monocal (serie)
d) Clase de procesamiento	Escaso	Profuso (redundante)
e) Almacenamiento	Pequeña a mediana capacidad de almacenamiento	Gran capacidad de almacenamiento
f) Acceso	Corto tiempo de acceso	Tiempo de acceso prolongado
g) Extrapolación (orientación)	Específico, por ej. anteponer	General, aplicación de la experiencia
5. Características de servicio		
a) Velocidad	Dentro de los límites tecnológicos	Dentro de los límites fisiológicos
b) Constancia	Grande	Pequeña; También depende de las influencias del medio ambiente
c) Confiabilidad	Salida de servicios (en caso de trastornos)	Regeneración (reposo)
d) Capacidad de aprendizaje	Ninguna	Grande

Figura 4.11. Comparación de determinadas prestaciones entre la persona y la máquina (según Rohmert, 1981)

La tendencia a la mecanización y fundamentalmente a la automatización genera una gran cantidad de consecuencias, tal como las que se enumeran a continuación:

- 1) Es necesario hacer una planificación a largo plazo para el empleo de nuevos colaboradores, debido a la necesidad de especialización para llevar a cabo la tarea.
- 2) Dada la tendencia de modernizar las instalaciones internas (máquinas y equipos) es también necesario planificar la capacitación a largo plazo.
- 3) Se origina una menor demanda de mano de obra (desocupación).
- 4) Debido a la necesidad de mejorar la rentabilidad de las instalaciones y/o equipos se aumenta el trabajo por turnos y nocturno.
- 5) Hay una tendencia mundial a cambio de la valorización del trabajo y de las remuneraciones.
- 6) Hay una creciente polarización de las actividades altamente especializadas para las instalaciones automatizadas, y actividades demasiado sencillas. El mantenimiento con tecnología mucho más compleja, operación que requiere más instrucción, ejercitación y personal para abastecimiento y limpieza que no requiere preparación previa.
- 7) Existe una disminución en las comunicaciones de todo tipo entre el operador de máquinas automatizadas con el entorno.

De todos modos, no nos podemos olvidar de *las tareas no automatizadas*, las que continúan siendo la mayoría y lo serán por mucho tiempo. En muchos sectores de producción predomina el trabajo manual en donde el hombre tiene a su disposición medios auxiliares, donde el colaborador tiene a su disposición medios auxiliares, toma todas las decisiones sobre la marcha del trabajo y manipula todo el utilaje y las máquinas; son ejemplo: tareas de montaje, manejo de máquinas herramientas, industria de la confección, manejo de auto transportes, etc. De acuerdo con lo representado en la figura 4.9. las percepciones durante el proceso de trabajo, junto con los datos acumulados (instrucción, ejercitación, experiencia e información), son la base de las decisiones en el proceso de trabajo. La representación del sistema hombre máquina es apta para aclarar los diversos niveles de tecnificación.

Kirchner y Rohmert en 1973 establecieron las siguientes preguntas, para aclarar los distintos niveles de tecnificación:

- ¿Qué es lo que se hace?
- ¿Dónde se hace?
- ¿En qué se hace?
- ¿Cómo se hace?

Las respuestas a estas preguntas permiten caracterizar los requerimientos que propone la tarea laboral. Cada tarea conduce a determinados requerimientos que terminan por definir el perfil de la persona que debe ocupar el puesto de trabajo.

Según Hacher, (1978), “Los requerimientos de una actividad son las condiciones generales de eficiencia necesarios para la realización de la tarea”. La determinación de los requerimientos tiene importancia por ser requisito para la valoración relativa del trabajo, aplicable en la remuneración, y deberá tratar con sumo cuidado.

El hombre recibe la información a través de los órganos sensitivos en forma voluntaria o involuntaria. La información del entorno es percibida y reconocida por el hombre en primer lugar por la vista, en segundo lugar, por el oído y en tercer lugar por el tacto. Más del 90 % de la información le llega al hombre a través de la vista y el oído.

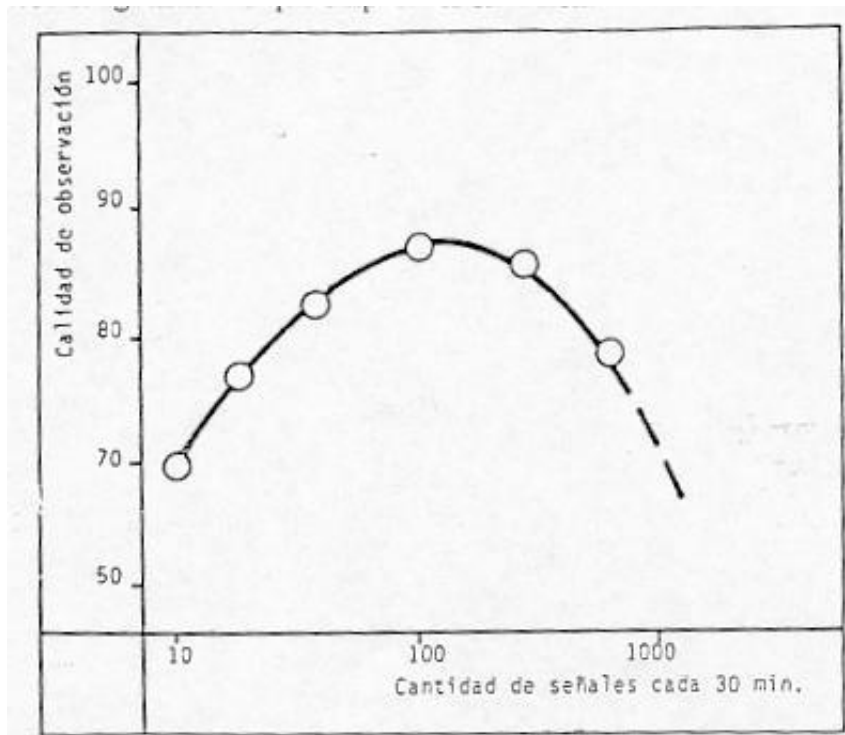
Además de los órganos sensoriales a los cuales es dirigida la información, existen otros parámetros para la percepción de la misma, Kirchner y Rohmert, 1973; Rohmert y Landau, 1979; REFA 1988). Por ejemplo, se puede mencionar:

- 1) **Tipo de información**
- 2) **Dimensión sensorial** (reconocer, estructura, dibujo calor, forma, tamaño, posición, cantidad y otros elementos relevantes para el trabajo).
- 3) **Tipo de reconocimiento**, (evaluación absoluta, relativa o estimada)
- 4) **Exactitud y precisión de la información.**
- 5) **Influencias molestas** (encandilamiento, iluminación insuficiente, ruido, etc.) Se tratará en el tema de iluminación).

El número (cantidad) de datos (informaciones) recibidas (percibidas), tiene un importante papel en la consideración de la eficiencia de los órganos sensoriales. Del total de la capacidad que tiene el ser humano para percibir informaciones solo se utiliza una pequeña parte de esta. Disminuye también la disposición de reconocer los cambios que se producen en medio y reaccionar ante ellos (problemática de vigilancia) (REFA 1988).

En la figura 4.12. que representa la percepción de informaciones de acuerdo con la cantidad de datos en el tiempo. Según las pruebas de laboratorio hechas por el Prof. Dr. Schmidtke en 1966, podemos apreciar que a una cantidad baja de datos se produce un bajo rendimiento de la apreciación, se pierden datos o se toman en forma incorrecta, esto se debe al hecho que ante una baja frecuencia el hombre se distrae mentalmente y pierde capacidad de recepción, no importa si está o no mirando y/o escuchando los datos se le pasan, a medida que se incrementan los datos por unidad de tiempo, también se incrementa la percepción en cantidad y exactitud (precisión), hasta un punto en donde a partir de él, comienza a decaer el rendimiento.

A partir del punto máximo se produce un decaimiento debido a que la excesivamente alta cantidad de datos produce el agotamiento y pérdida de la capacidad sensorial, (según Schmidtke, se produce agotamiento y posiblemente pérdida de capacidad de la dimensión sensorial). Por la rapidez con que aparecen los datos el hombre pierde la capacidad de poder percibirlos a todos perdiendo, perdiendo la precisión en la observación (cometiendo errores de apreciación). Aparece el agotamiento que empeora la situación.



**Figura 4.12.** Eficiencia en la percepción de informaciones de acuerdo con la cantidad de datos en el tiempo según Schmidtke (1966).

Después de percibir la información (primera fase) surge en el proceso funcional del ser humano (una segunda fase), el procesamiento de la información. Las magnitudes condicionantes en el mecanismo central de decisiones son:

- 1) Tipo de problema
- 2) Complejidad del problema
- 3) Tiempo disponible para solucionar el problema
- 4) Influencias perturbadoras

Debido a las pocas investigaciones sobre el tema, se deben utilizar frecuentemente magnitudes condicionantes derivadas de antecedentes, tales como los conocimientos, experiencia o ejercitación necesarios para la ejecución de la tarea laboral.

Una vez recibidos los datos surge la necesidad de hacer la emisión de la información o actualización de los datos (tercera fase). Esta fase al contrario de las anteriores es generalmente visible, y por ello mucho más fácil de describir.

Según Kirchner y Rohmert (1973) las magnitudes condicionantes son:

- 1) Tipo de actuación
- 2) Órgano de actuación
- 3) Dimensión de la actuación (por ejemplo, meta, recorrido)
- 4) Precisión y exactitud de la actuación
- 5) Velocidad de actuación
- 6) Resistencia a la actuación
- 7) Influencias perturbadoras

También se puede dividir los requerimientos basándose en una diferenciación según la función del trabajo.

En las labores de control, conducción y vigilancia una parte muy importante del proceso de trabajo es la observación de uno o más objetos que son clave para lograr el trabajo y que bajo tensión interna, se deben hacer sobresalir del total de las sensaciones sensoriales. Este grupo también comprende a aquellos trabajos que poseen una parte de actividad de ajuste y preparación. El máximo de requerimientos para estas actividades depende según REFA de:

- 1) Duración de los períodos de observación ininterrumpidos.
- 2) Cantidad de objetos a observar.
- 3) Frecuencia de las actividades.
- 4) Tamaño y tolerancia de los objetos a montar o ajustar.

El aumento de las dificultades de observación y comando pueden ser el resultado de condiciones no deseables en el medio ambiente, (ruido, falta de iluminación, encandilamiento, vibraciones, etc.) las cuales serán tratadas más adelante.

También REFA hace una subdivisión de requerimientos según el nivel de actividad:

- 1) Actividades mentales en el sentido estricto
- 2) Actividades con procesamientos de la información diversa
- 3) Falta de participación activa
- 4) Actividad monótona

REFA define de la siguiente manera estas cuatro actividades:

#### ***Actividad mental en sentido estricto***

Se debe considerar así a aquellas realizaciones en las que son necesarios el registro mental de relaciones, la comparación y evaluación de hechos y la deducción de conclusiones y juicios son necesarios. Esta característica tiene una importancia especial cuando los resultados deben ser transferidos a otros problemas y/o tareas con un sentido semejante.

#### ***Actividad con diferentes procesamientos de la información***

En general, son actividades difíciles de diferenciar de la actividad mental en sentido estricto. Son características de ellas los objetos cambiantes de atención, como también, en ciertos casos, un medio ambiente muy excitante. Rohmert (1979) las ejemplifica con actividades de control y mando.

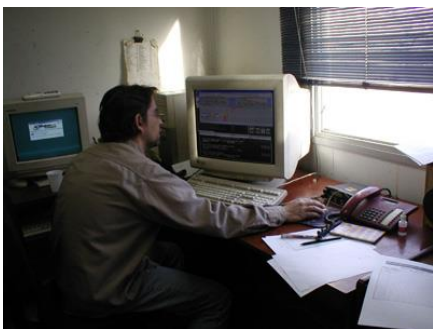
#### ***Actividades monótonas***

Se consideran actividades monótonas o uniformes se consideran a aquellas en las cuales las mismas fases de proceso se repiten periódicamente o el trabajo se realiza con escasa sollicitación corporal y en un medio ambiente poco estimulante. Sin embargo, el proceso de trabajo excluye tareas auxiliares.

Este tipo de actividades también se refiere a tareas con fases de proceso que se repitan periódicamente, a diario, semanal o mensual donde durante esos períodos se hace una rutina que vuelve al finalizar el período. También se refiere a que actividades en que el ciclo de trabajo es breve, por lo que se hace muy repetitivo, poco estimulante y aburrida.

### ***Falta de participación activa***

En una actividad sin movimientos reconocidos, sin posibilidades de participación activa en el puesto de trabajo, es necesaria una constante disposición laboral o acción a pesar de que por el proceso de trabajo sólo en casos excepcionales o de trastornos es necesaria y posible una intervención del hombre en el proceso productivo. Una actividad por cargas semejantes tiene lugar cuando la disposición para intervenir debe mantenerse en forma permanente durante un tiempo prolongado y cuando la persona está bastante aislada de su ambiente humano (por ejemplo vigilancia en tableros de mando, control de procesos de fabricación automática), etc. El tema será tratado con profundidad, más adelante.



**Figura 4.13.** Ejemplo de tablero de mando.

---

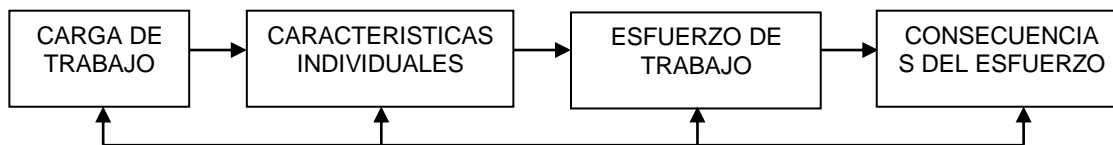
## **4.3. Concepto de carga y sollicitación**

El concepto de carga y sollicitación es uno de los más importantes en la evaluación del trabajo, tal es así que la mayoría de los ergónomos intentan encontrar elementos que permitan una mejor evaluación de estos dos aspectos. Con el fin de estudiar el tema tomamos los conceptos del W. Laurig, J. H. Kirchner, E. Baum, T. Hettinger, B. Hahn, C. Nord, y otros.

Tanto el concepto de carga como el de sollicitación tienen una definición sumamente técnica. Se debe tomar en cuenta otros dos conceptos: el de trabajo pesado y el otro el de trabajo dificultoso, el primero de ellos refiere a la pesadez energética y el otro a la dificultad en el manejo de datos (dificultad informativa), a través de ellas uno puede definir la carga a la cual está sometida una persona en su puesto de trabajo.

La norma DIN 33.400 define como *carga de trabajo a la totalidad de las influencias que actúan sobre la persona en un sistema laboral*. Es decir el conjunto de cargas parciales debido a la tarea y al medio ambiente.

Klaus North (en su visita a REFA de Argentina) estableció que la *carga/ esfuerzo* se produce tal como se observa en la figura 4.14.



**Figura 4.14.** Principio de carga-esfuerzo según K. North, Lima 1983.

Con palabras sencillas el Dr. K. North definió los elementos componentes del principio-esfuerzo para la tarea en sí, pero esta también puede ser definida para el macro de todas las tareas realizadas en la jornada laboral o en todo el trabajo en jornadas consecutivas.

Si nos limitamos a lo que el Dr. K. North dijo tenemos lo establecido de la siguiente manera:

**Carga de trabajo** es la totalidad de exigencias de trabajo.

Ejemplo: Levantar un peso de 2 Kg. Del suelo a una mesa de 1m. De altura cada 5 minutos en condiciones ambientales bien definidas. Traducir textos científicos, supervisar un proceso productivo.

**Características individuales** son todos los factores que permiten distinguir un trabajador de otro

Ejemplo: Edad, sexo, estatura, constitución, aptitudes, conocimientos, experiencia, personalidad

**Esfuerzo de trabajo** es la reacción individual a una carga.

Ejemplo: Levantar un peso de 20 Kg. Constituye un mayor esfuerzo para una mujer de 60 años que para un hombre de

20 años. Indicadores del esfuerzo son la frecuencia cardíaca, la cantidad de sudor, el EEG, etc.

**Consecuencias del esfuerzo** son los cambios de larga o de corta duración en las características individuales.

Ejemplo: Fatiga, entrenamiento, invalidez.

Ahora si el estudio lo hacemos desde el macro tenemos una visión muy distinta por lo que se debe establecer lo siguiente:

**Carga de trabajo** está dada por la totalidad de los elementos que producen agotamiento biológico al hombre durante el tiempo que está a disposición de la empresa ya sea para ir o regresar del lugar de trabajo o estando en él.

El análisis del macro esto toma exactamente todo lo indicado por la ley argentina, (in itinere y en horario laboral), desde que cierra la puerta de su lugar de habitación, hasta su retorno a él. Aquí toma importancia otros elementos que comúnmente los llamamos extralaborales y no lo son, como el viaje de la casa al trabajo y viceversa; de acuerdo a las condiciones del viaje la persona se agotará o no, las variables son muchas, la duración del viaje, la comodidad en que se realiza el mismo, la seguridad que brinda el medio en que se transporta, atención que deba prestar en el viaje, o la tensión que le obliga tener, la presencia de ruidos, vibraciones, olores, interrelación con las personas con las que viaja o interrelaciona, etc.

En consecuencia, toma importancia cuando se hace un estudio de disminución de carga laboral analizar las condiciones del viaje del colaborador a la empresa

Dentro de la empresa se tendrá la carga que da el realizar las tareas encomendadas, pero cobra vital importancia en qué condiciones, ruido, vibraciones, contaminantes, ambiente de trabajo (presencia o falta de camaradería), presión de tiempo objetivo para finalizar el trabajo, presión psicológica producto de la conducción operativa, auto exigencia, etc.

Ejemplo: Levantarse demasiado temprano para ir a trabajar, luego pasar por una zona insegura, tener que perder tiempo en zonas de tránsito pesado en un viaje de dos horas y con el riesgo de corte de ruta por piquetes. Trabajar manejando pesos en posiciones forzadas, en un sector donde hay mala relación entre

los compañeros y en presencia de un supervisor sobre exigente, mientras se trata de dar la mejor imagen para poder ser ascendido

*Características individuales son todos los factores que permiten distinguir un trabajador de otro*

Ejemplo: Edad, sexo, estatura, constitución, aptitudes (aquí podemos considerar las minusvalías), conocimientos, experiencia, personalidad (donde se considera el perfil psicológico del individuo)

*Esfuerzo de trabajo es la reacción individual a la carga total laboral.*

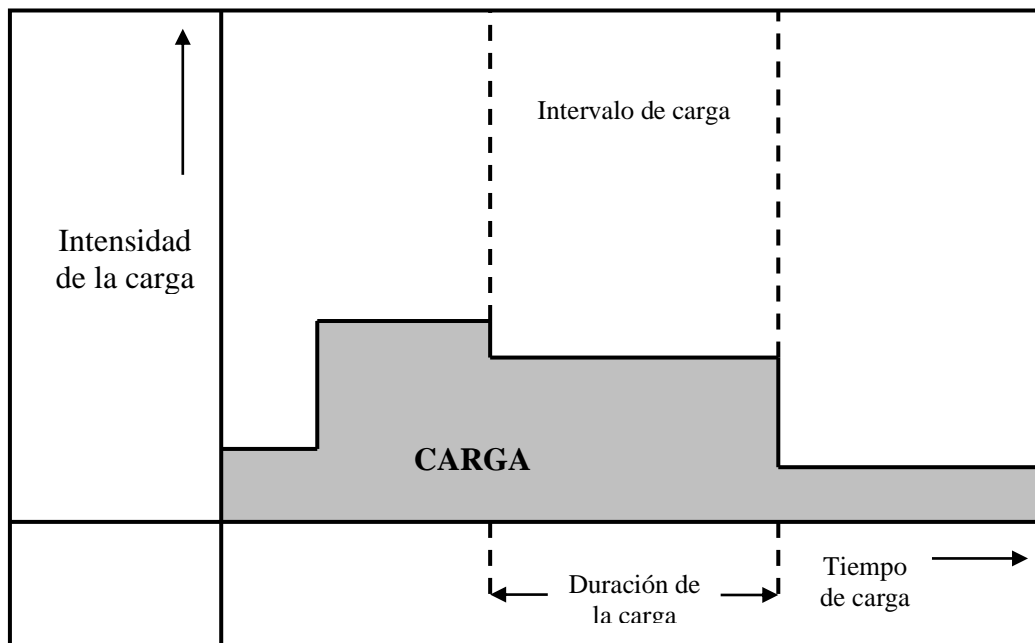
Ejemplo: En el caso de considerar el trabajo en una usina térmica donde el colaborador deba tener que usar indefectiblemente un protector auditivo de copa por el nivel de ruido en un ambiente con carga térmica, la que hará que la persona sienta molestias permanente en su pabellón auditivo, y en consecuencia cada tanto se levantará dicho protector para aliviar el oído, esto hará que en un plazo más o menos largo sufra daño irreversible (hipoacusia), si la persona en lugar de tener una correcta audición fuera un hipo acústico este en consecuencia no necesitaría protector auditivo (le eliminaría la molestia de su uso)

*Consecuencias del esfuerzo son los cambios de larga o de corta duración en las características individuales.*

Ejemplo: siguiendo el ejemplo para esfuerzo se tiene que a la persona sorda jamás le haría daño ya que no tiene audición en consecuencia el esfuerzo para este tipo de trabajo es menor para un sordo que para una persona con total audición, y en este caso también podemos hablar de la fatiga, la invalidez, etc.

La carga y el esfuerzo se caracterizan por sus clases (físico/mental), duración, intensidad y distribución temporal. En muchos casos es muy difícil de estudiar en conjunto el total de las cargas de un puesto de trabajo, por lo que se hace una división de las mismas para estudiarlas en forma particular. Las cargas parciales sí son fáciles de cuantificar y se denominan magnitudes de carga, si en cambio se las puede identificar en forma cualitativa, se las denomina factores de carga.

Para estudiar la carga hay que estudiar varios elementos. Primero es necesario identificar de qué tipo de carga se trata, luego determinar cuál es su duración temporal y por último saber cuál es su desarrollo en el transcurso del tiempo. En la figura 4.15. se ofrece un ejemplo de comportamiento de una carga en el transcurso del tiempo.



**Figura 4.15.** Composición de las cargas parciales en la carga total según Laurig (1982).

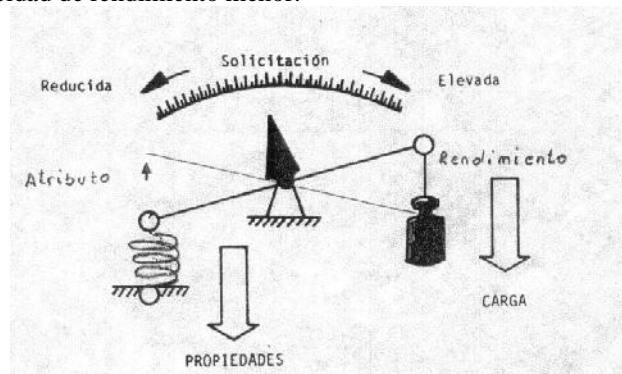
Según lo establecido por Laurig tanto en los manuales de REFA como en sus propios libros, cada carga parcial se puede representar según su intensidad y su duración. Los intervalos de tiempo con

intensidad de carga constante se denominan intervalos de carga, la duración total de la carga es la forma de proceder del estudio del trabajo y de estudio de tiempos.

La carga total se describe por la intensidad, duración, secuencia y superposición. En la situación temporal de las cargas parciales en un turno de trabajo (Laurig, 1982).

Otra forma de describir las cargas laborales es mediante el estudio de los sistemas orgánicos, de allí surge la denominación de las cargas como *predominantemente corporales* y *predominantemente no corporales*. W. Laurig (1982) estudió el problema estableciendo que la sollicitación laboral representa en contraposición a la carga laboral, el concepto referido a las personas.

La sollicitación laboral caracteriza los efectos de una carga laboral sobre una persona. Dado que los efectos dependen de la capacidad de rendimiento de cada individuo, una misma carga laboral causa distintas sollicitaciones en cada persona. Una carga determinada produce sollicitaciones más elevadas en personas con una capacidad de rendimiento menor.



**Figura 4.16.** Concepto de carga/sollicitación representado como modelo mecánico (según W. Laurig, 1982).

### 4.3.1. Medición de las cargas

La determinación de la magnitud de las cargas, el tiempo de su actuación y el desarrollo temporal, permite saber el efecto que tiene sobre el hombre, lo que a su vez permite establecer el tiempo de recuperación biológica que este necesitara para retornar al estado físico inicial.

Para facilitar el estudio dividiremos la carga en:

- 1) Trabajo predominantemente corporal y
- 2) Trabajo predominantemente informativo-mental

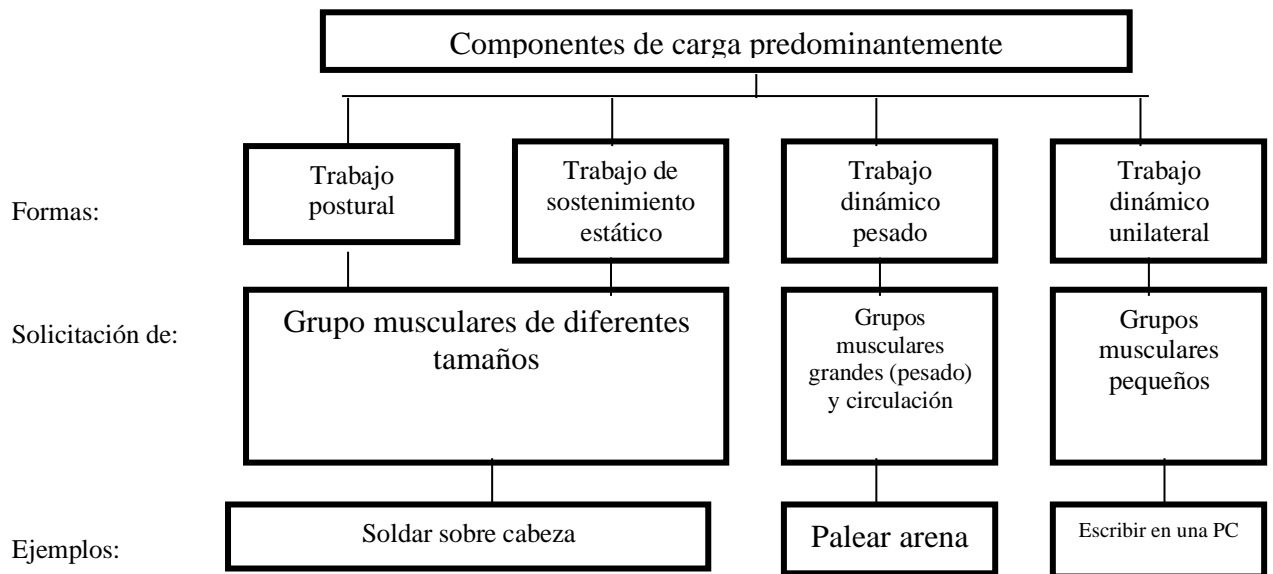
### 4.3.2. Trabajo predominantemente corporal

Para un mejor estudio del trabajo corporal dividiremos a este en cuatro componentes distintos basándonos en sus diferentes formas de aparición y/o generación, criterio establecido por Rohmert y Landau, de acuerdo con lo establecido en la figura 4.17.

Trabajo Corporal
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carga por postura laboral.</li> <li>2. Carga por sostenimiento estático.</li> <li>3. Carga por trabajo dinámico pesado.</li> <li>4. Carga por trabajo dinámico unilateral.</li> </ol>

Figura 1.17. Componentes básicos del trabajo corporal





**Figura 4.18.** Componentes de las cargas predominantemente corporales (según Rohmert, 1979; Rohmert-Landau, 1979).

Según la metodología REFA, de acuerdo con los músculos que trabajan, hay cuatro formas distintas de trabajo caracterizadas por su sollicitación en coincidencia con lo establecido por Rohmert-Landau, trabajo de postura estática, trabajo de sostenimiento estático, trabajo dinámico pesado y trabajo dinámico unilateral.

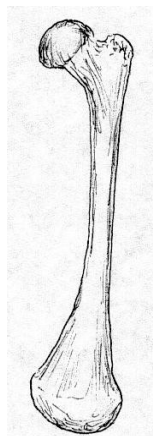
### 4.3.2.1. Huesos, articulaciones y músculos en general

El aparato motriz del ser humano se encuentra compuesto por el conjunto de los huesos, músculos y tendones, los cuales representan el 40 % del peso del cuerpo.

### 4.3.2.2. Huesos

La estructura del cuerpo es el esqueleto que está constituido por los huesos. De acuerdo con su forma, los huesos se clasifican en largos, planos y cortos.

Se consideran huesos largos aquellos en que una dimensión prevalece sobre las restantes, tal como son los huesos de los brazos y las piernas. Su configuración se aprecia en la figura 4.19.



**Figura 4.19.** Esquema de un hueso largo

Los huesos planos o anchos son aquellos en los que dos dimensiones prevalecen sobre la tercera, como ser el cráneo, y la pelvis.

Los huesos cortos son aquellos en que no prevalece ninguna dimensión sobre las restantes en forma preponderante, en este grupo podemos citar ha las vértebras, y los huesos de los arranques de las manos y pies, (carpo y tarso).

El esqueleto humano se compone de 208 huesos, algunos son únicos e impares, extendiéndose a lo largo de la línea media, (como los de la columna vertebral), y otros son pares y simétricos, (como los de las extremidades).

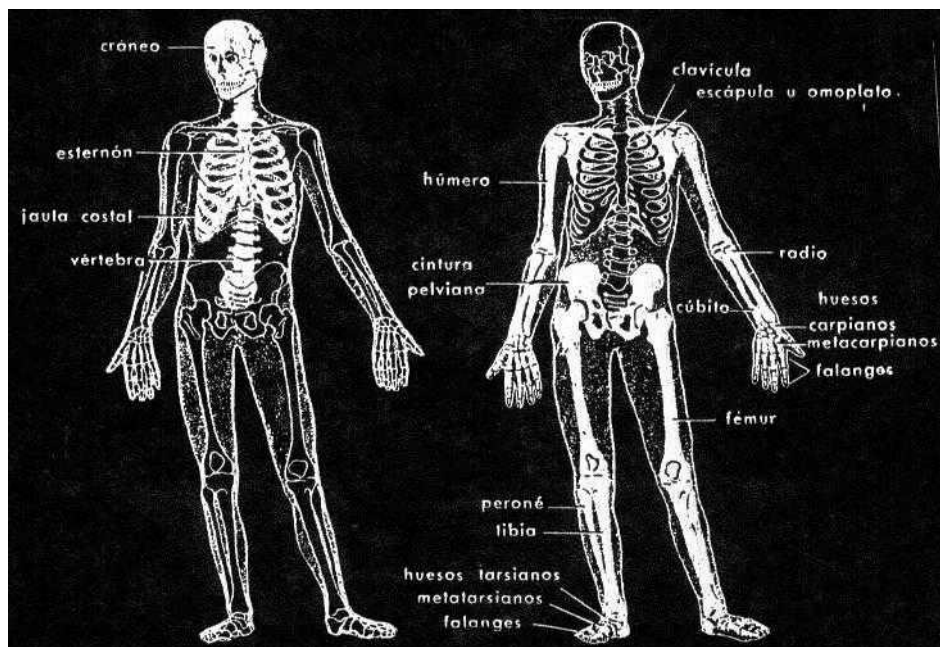
Para mejor comprensión funcional se divide al esqueleto en dos partes:

- 1) **El esqueleto axil:** Está formado por los huesos que se encuentran en medio en el eje corporal: Cráneo, columna vertebral (vértebras), costillas y esternón.
- 2) **El esqueleto apendicular:** Está constituido por los huesos de los miembros, los dividimos en esqueleto superior (brazos) y esqueleto inferior (piernas).

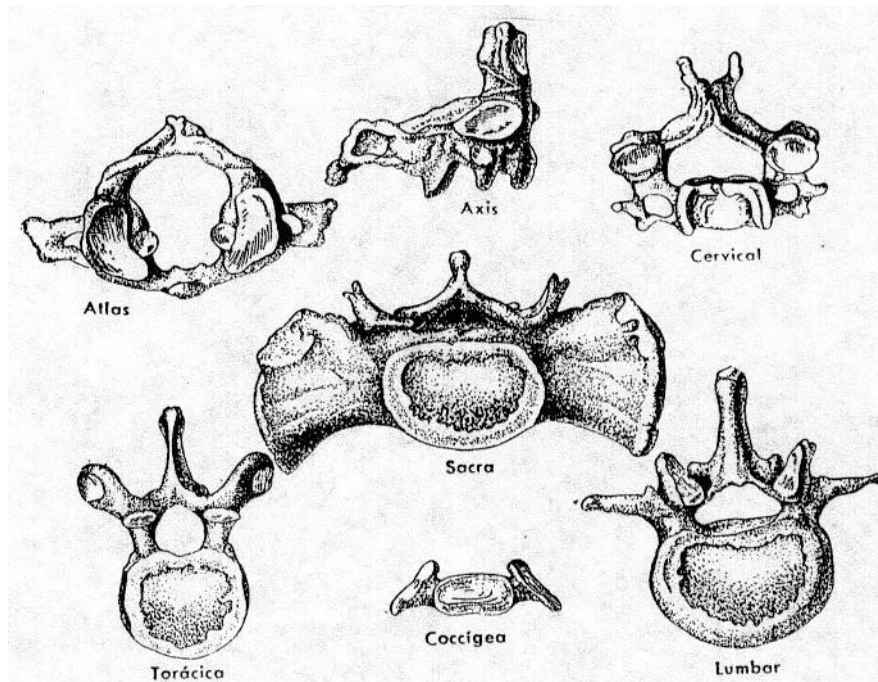
En la figura 4.20. se representa el esquema del esqueleto humano y en la figura 4.21. se representan los diferentes tipos de vértebras. Una vértebra típica se compone de una parte basal o cuerpo, a la que se une dorsalmente un anillo llamado *arco neuronal* que protege a la médula espinal. Cada vértebra es diferente y tiene prominencias para inserción de las costillas (dorsales y los músculos (según se tratará en el punto dedicado a las lumbalgias), la cabeza articula sobre la primera vértebra (denominada *alas*), la cual posee dos depresiones redondeadas en la cara superior, que alojan a las dos proyecciones que posee en su base el cráneo.

La caja torácica tiene una serie de huesos planos (costillas) que sostiene la pared, evitando que la estructura colapse cuando se contrae el diafragma.

En la parte posterior las costillas se unen con las vértebras, uniéndose cada par de costillas se une a una vértebra en particular, El esqueleto humano posee doce pares de costillas, las primeros siete pares se une en el frente (ventralmente) con el esternón, los tres pares siguientes están unidos en forma indirecta a través de cartílagos, y por último los dos pares restantes no tienen ningún tipo de unión con el esternón razón por la cual se las denomina *costillas flotantes*.



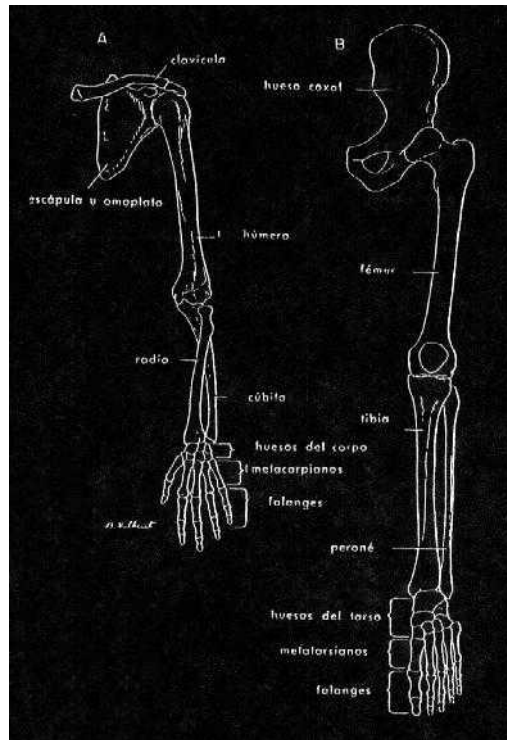
**Figura 4.20.** Esquema del cuerpo humano, que muestra: 1) los huesos del esqueleto axil y 2) los huesos del esqueleto apendicular. (Villego)



**Figura 4.21.** Diferentes tipos de vértebras humanas. El axis aparece de perfil; todas las demás vistas desde arriba (Hunter y Hunter, College Zoology)

El esqueleto apendicular formado por los huesos de los miembros (brazos, piernas y las caderas), se unen al resto del cuerpo (los miembros inferiores) por medio de las caderas a la *cintura pelviana*, la cual está formada por tres huesos pélvicos fusionados, mientras que los miembros superiores se unen por medio de la *cintura torácica*, (también llamada cintura escapular), que consta de dos *omóplatos* o escápulas y dos *clavículas*. La cintura pelviana está fuertemente fusionada a la columna vertebral, mientras que la torácica está unida en forma flexible y laxa, por medio de músculos.

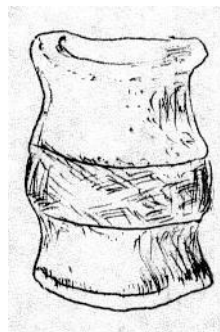
En la figura 4.22. se observa la distribución de los huesos en los miembros. Los huesos de los miembros superiores son *húmero*, (en el brazo), el *radio* y el *cúbito* (en el antebrazo), los ocho pequeños huesos *carpianos*, (en la muñeca), los cinco delgados *metacarpianos*, (en la mano), y las catorce *falanges* o huesos de los dedos (dos en el pulgar y en el resto de los dedos tres). Por último, los huesos de los miembros inferiores son, el *fémur*, (en el muslo), la *tibia* y el *peroné*, (en la pierna), siete huesos *tarpianos*, (en el tobillo), los cinco *metatarcianos*, (en el pie) y los catorce *falanges*, el dedo gordo del pie tiene solo dos y el resto de los dedos tres. La rótula o hueso de la rodilla es un hueso independiente de la pierna y no posee homólogo en los brazos; esto puede observarse al comparar la disposición y forma de los huesos de la pierna y el brazo



**Figura 4.22.** Esquemas de los huesos del brazo izquierdo (A) y de la pierna izquierda (B)

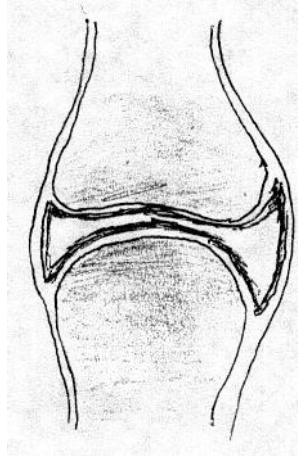
### 4.3.2.3. Articulaciones

Las articulaciones son la unión entre dos huesos, estas uniones permiten movimiento, excepto en la *sinartrosis*, en las cuales dos huesos planos se unen en forma rígida (los bordes de unión llevan dentellones en los cuales encajan perfectamente), por ejemplo la unión de los huesos de la bóveda craneana. *Anfiartrosis* es aquella articulación que une dos huesos con una movilidad limitada, como el caso de las vértebras. Entre dos vértebras inmediatas, se halla un disco elástico formado por un tejido mixto fibro-cartilaginoso como el de la figura 4.23.



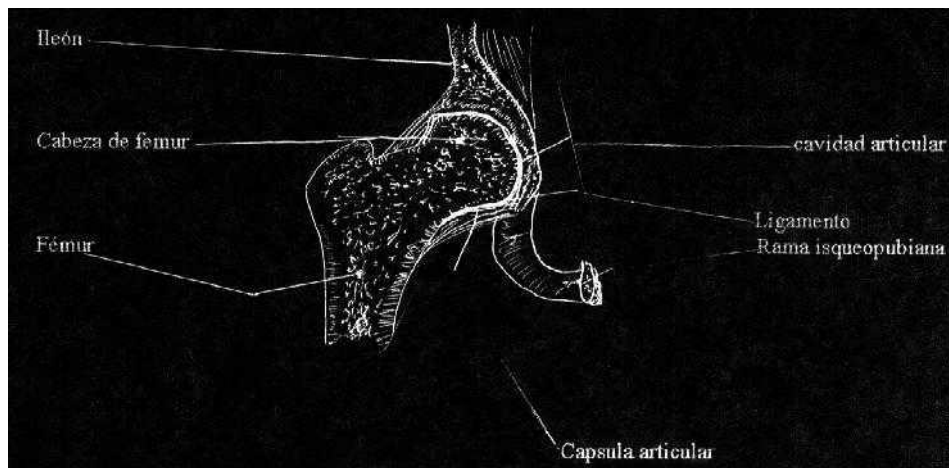
**Figura 4.23.** Dos vértebras adyacentes, separadas por el disco intervertebral

Si la articulación es móvil, se denomina *diantrosis*. Cuando las superficies opuestas de dos huesos entre los cuales está son sumamente lisas, toman una forma particular de acuerdo con cada articulación y aparecen revestidas por un cartílago que actúa como amortiguador como se observa en la siguiente figura 4.24.



**Figura 4.24.** Esquema de una diartrosis.

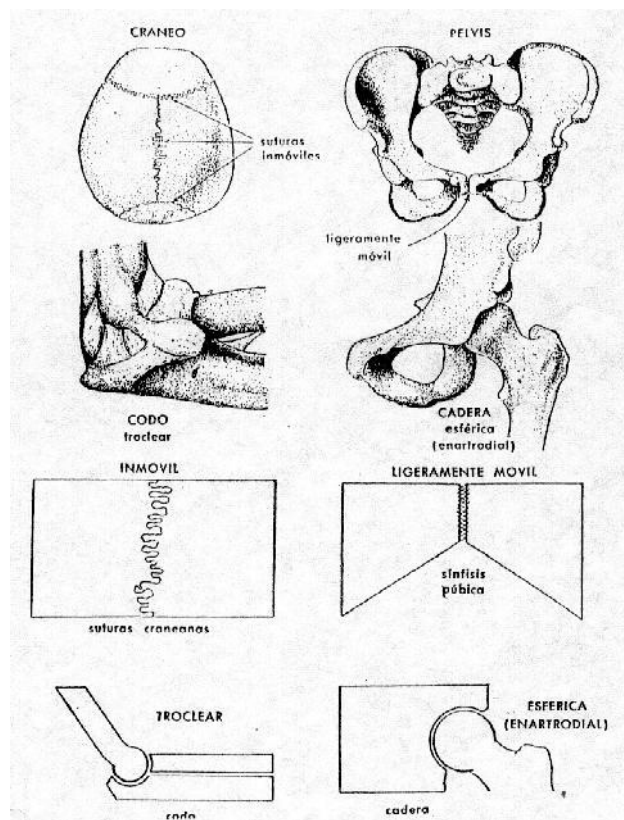
Este es el caso de los codos y de las rodillas. Hay otras diartrosis como las de los hombros y de las caderas, que permiten una mayor movilidad, pues no quedan limitadas a un giro sobre un eje único, y unen un hueso plano (el omóplato en el hombro y el coxal en la cadera) y otro largo (el húmero y el fémur, respectivamente), cuyas superficies articulares encajan una en otra; la del hueso plano es una cavidad, a la que se adapta el hueso largo con una forma convexa en su extremidad, como se ve en la figura 4.25., los movimientos que pueden realizar las diartrosis son sumamente extensos y variados.



**Figura 4.25.** Sección frontal de la articulación de la cadera vista por delante

Para mantener la posición entre los huesos que están articulados, y fuertemente sujetos, se extiende una especie de manguito fibroso y distensible (cápsula), reforzada por engrosamientos locales dispuestos en forma conveniente, que pueden independizarse formando ligamentos.

La cápsula limita la cavidad articular, en cuya periferia hay otra membrana muy fina, la sinovial que segrega un líquido llamado sinovia el cual tiene el fin de facilitarlos deslizamientos, (hace de lubricante).



**Figura 4.26.** Esquema de distintos tipos de articulaciones que existen en el cuerpo humano y esquema de los principios en el cual se basa el funcionamiento de estas articulaciones (según Hunter y Hunter, College Zoology)

#### 4.3.2.4. MUSCULOS

Los músculos quienes son los que ejercen la fuerza de tracción y los que mantienen armado el esqueleto humano. Cada postura que el hombre adquiere en forma directa también es una postura del esqueleto, y es mantenida por un gran número de músculos que se reparten entre sí el esfuerzo para mantenerla. A medida que la postura varia, también lo hace el esqueleto, es decir que el orden, el tipo y número, de músculos comprometidos, como de la magnitud de fuerzas que cada uno realiza, presentan cambios.

Los músculos están compuestos por una gran cantidad de fibras individuales (fibras musculares). La célula o fibra muscular es alargada en forma de huso, y siempre de gran tamaño, variando según las dimensiones del músculo al cual pertenece, entre 0,5 a 15 cm.

De acuerdo con su estructura se distinguen dos variedades musculares: *lisa* y *estriada*. La primera es propia de los músculos involuntarios, y la segunda lo es de los músculos voluntarios, excepto el caso especial del corazón, cuyo ritmo no es controlado en forma voluntaria.

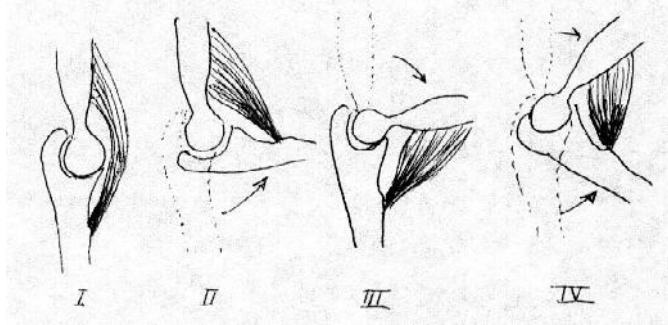
La característica de las células estriadas es la siguiente:

- 1) Son más largas que las lisas
- 2) La masa citoplásmica se diferencia de tal manera que sin recurrir a grandes aumentos se observa que está segmentada en una sucesión de discos o estrias perpendiculares al eje mayor, alternando discos claros con oscuros (los primeros monorrefringentes los primeros y los segundos birrefringentes).
- 3) Los núcleos se hallan comprimidos contra la membrana que se denomina sarcolema,
- 4) Cada fibra posee varios núcleos, cuyo número varía según su longitud, las más largas poseen varios miles.
- 5) Cuando se cortan los nervios de un músculo voluntario este queda muerto (inmóvil), que en el caso de un músculo con fibras lisas (involuntario) este continúa funcionando si estar conectado a su terminal nerviosa (como el corazón, músculos digestivos, etc.)

En los músculos, las fibras se reúnen formando haces más o menos paralelos, limitados por un tabique conjuntivo, que parten de una cubierta exterior llamada *perimisia*, envuelta a su vez por la *aponeurosis*, que es más resistente. Los músculos adyacentes están separados por sus vainas.

Los músculos se clasifican en fusiformes o largos, anchos y cortos. Se implantan al esqueleto por sus extremos y transmiten movimiento cuando se acortan (contraen). Los huesos tienen puntos o superficie de inserción, para cada músculo; a cada músculo le corresponde por lo menos dos puntos de inserción, (uno fijo y otro móvil), en dos huesos distintos.

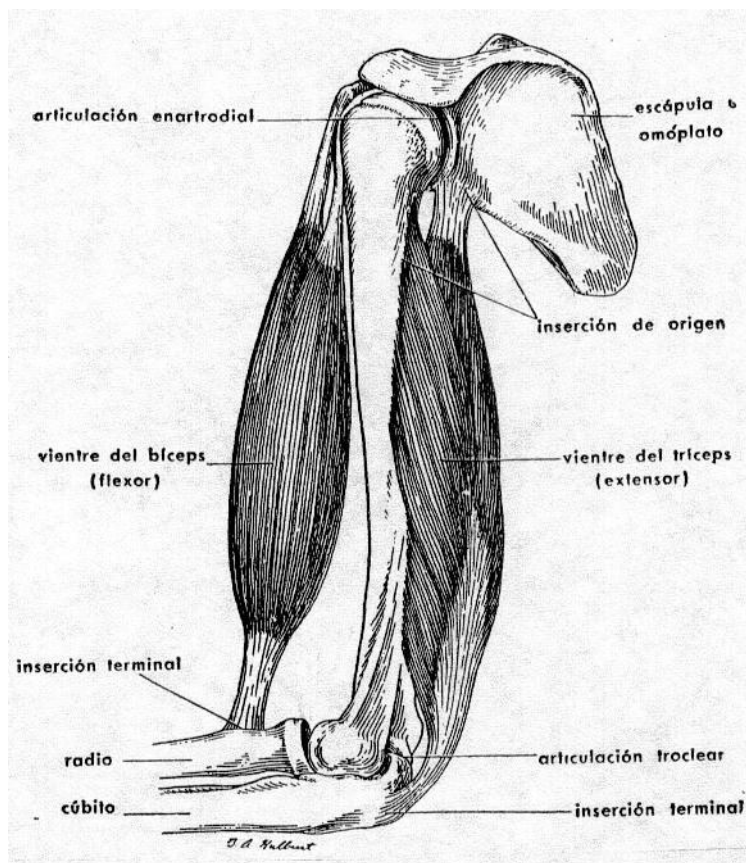
En la figura 4.27 se representa el movimiento realizado por contracción muscular.



**Figura 4.27.** Esquema de la acción mecánica de los músculos esqueléticos.

Se observa en primer lugar un músculo en reposo: los huesos largos están sobre un mismo eje, el músculo distendido con sus inserciones, además se observa la articulación, en segundo tercer y cuarto lugar se observan tres tipos distintos de movimiento según sea el hueso superior fijo, el inferior fijo o ambos móviles; también se observa la contracción muscular.

Cuando los músculos tienen inserción en los huesos se llaman esqueléticos, cuando lo hacen en la piel se los denomina cutáneos, estos desvían a la piel cuando se contraen. El extremo que permanece relativamente fijo cuando el músculo se contrae, se denomina *inserción de origen*, el que se mueve, *inserción terminal*, y la parte ancha comprendida entre ambas *vientre*.



**Figura 4.28.** Músculos y huesos del brazo donde se aprecia las inserciones de origen y terminal y el vientre de los músculos, como la disposición antagónica del bíceps y el tríceps (Villem)

En la **figura 4.28.** la inserción de origen del músculo bíceps está en el hombro, y la terminal en el radio, en el antebrazo, cuando el bíceps se contrae, el hombro permanece fijo y el codo flexiona.

Los músculos no se contraen aisladamente, sino que lo hacen en grupos. No se puede contraer solamente el bíceps, solo se puede flexionar el codo, lo que implica la intervención de otros músculos. Por otra parte, los músculos solo pueden traccionar los huesos y no empujarlos (trabajan como un pistón de simple efecto); por eso siempre existen grupos de músculos antagónicos (ver más adelante)

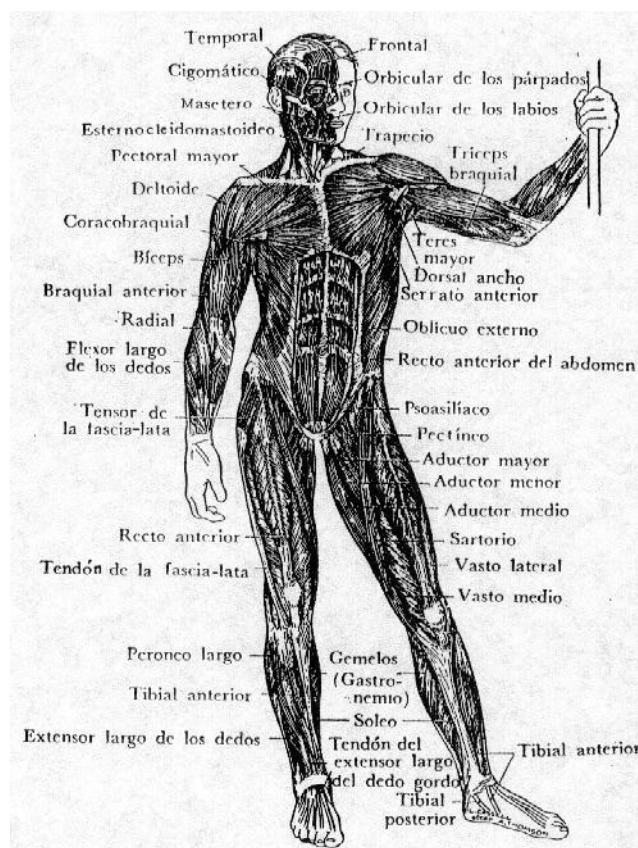
Según el modo de actuar de los músculos estos se llaman *flexores*, como ser los que generan la aproximación del antebrazo al brazo, *extensores* cuando producen el movimiento contrario, *abductores* cuando alejan una parte de la otra, *aductores* cuando aproximan las partes entre sí, *congéneres* cuando varios músculos suelen sumar su acción para lograr un mismo movimiento; *antagónicos* cuando generan movimientos opuestos de una misma porción del cuerpo (si dos antagónicos se contraen a la vez el movimiento queda anulado). Por ejemplo: cuando el bíceps dobla o flexiona el antebrazo se lo llama de flexor; y el músculo antagonista del es el tríceps, (con origen en el hombro y antebrazo con inserción en el cúbito), que endereza o extiende el antebrazo, como extensor.

En articulaciones como las rodillas. Los tobillos, las muñecas, etc. se encuentran pares semejantes, de flexores y extensores antagónicos. Siempre que se contrae un flexor, el antagónico debe relajarse, para mover el hueso en torno a la articulación

Si en el caso de realizar un esfuerzo el músculo no se contrae (no sufre acortamiento, pero si aumenta su tono), se dice que la actividad es isotérmica. (carga muscular estática).

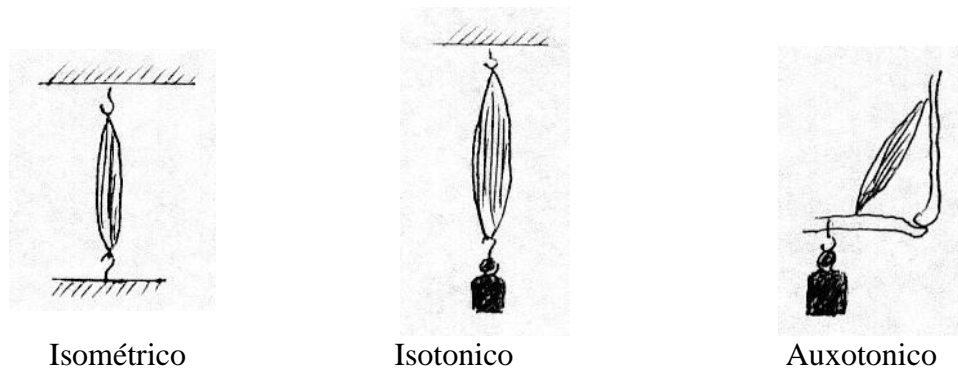
Si el músculo al hacer fuerza se contrae, efectúa un trabajo que se llama isotónico, pues durante el proceso apenas varía el tono.

En circunstancias normales, los músculos suelen realizar ambos trabajos a la vez, o sucesivamente. Primero se comienza con una actividad isométrica hasta vencer la resistencia y luego pasa a efectuar un trabajo isotónico (desde que se inicia la contracción y el movimiento).



**Figura 4.29.** Vista anterior de los músculos superficiales del cuerpo humano (Millar, King y Showers-Human Anatomy and Physiology)





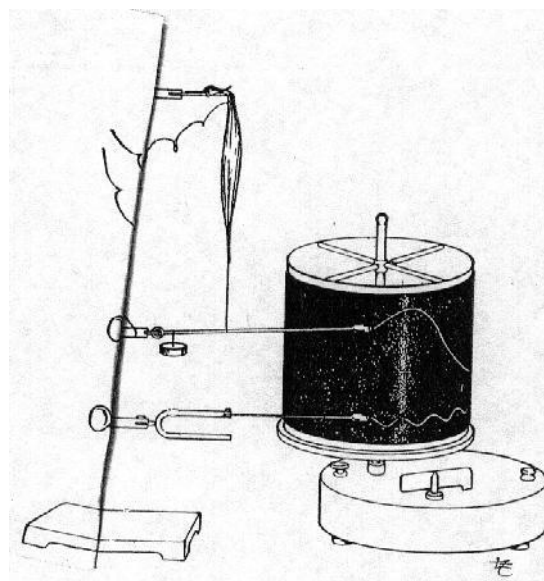
**Figura 4.30.** Tipos de trabajo muscular según T. Hettinger – B. Hahn

La postura se mantiene por la contracción parcial de los músculos del cuello y de la espalda, de los flexores y extensores de las piernas. Cuando una persona permanece en posición de pie, tanto los músculos flexores como los extensores se contraen simultáneamente para que el cuerpo no pierda estabilidad y se tambalee sobre las extremidades inferiores, dicha contracción simultánea fija la rodilla en su lugar y mantiene rígidas las piernas, sosteniendo el resto del cuerpo

Cuando la persona camina se efectúa una compleja coordinación de la contracción y relajación de los músculos de las piernas. En el caso del músculo de la pantorrilla, denominado *gastrocnemio*, (cuya acción permite levantarse), su inserción de origen está en la rodilla y su inserción terminal, por medio del tendón de Aquiles reencuentra en el hueso del talón. Dado que la distancia entre los dedos del pie y la articulación del tobillo es, por lo menos, seis veces mayor que la que existe entre esta última y el talón, el músculo gastrocnemio está trabajando contra un brazo de palanca resistente 6: 1, lo cual indica que una persona de 70 Kg. que está parada sobre una sola pierna y se levanta, el gastrocnemio efectúa una fuerza de 420 Kg. o mayor si lo estudiamos en forma dinámica. Si una persona levanta peso de 50 Kg. (una bolsa de cemento, por ejemplo), el músculo estará haciendo una fuerza de 720 Kg.

La correcta coordinación nerviosa hace que nunca se contraigan totalmente los músculos. De ocurrir esto la persona se desgarraría y en caso extremo se puede llegar a romper un hueso, (caso que ocurre en los accidentes con excesivo esfuerzo)

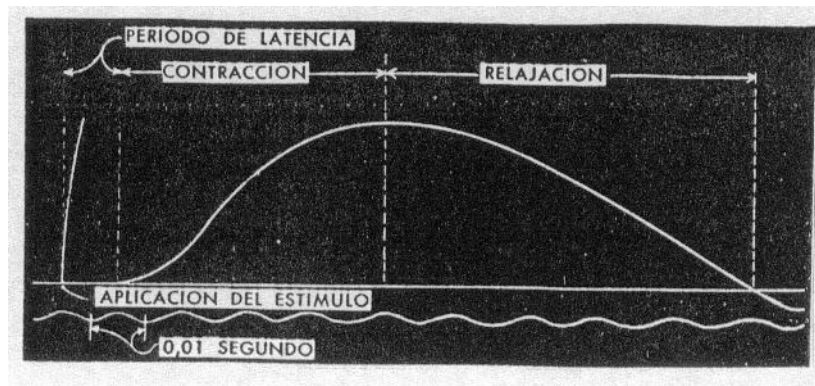
Los impulsos nerviosos son los que lleva a la contracción de las fibras musculares. A pesar de que un músculo no pueda contraerse al máximo, una fibra aislada puede hacer, esto se llama *ley de todo o nada*, se demuestra experimentalmente en un equipo como el de la **figura 4.31**.



**Figura 4.31.** Equipo para estudiar la contracción aislada de músculos (Villem)

Un músculo completo se compone de miles de fibras musculares individuales, la naturaleza y la fuerza de su contracción dependen de la cantidad de fibras comprometidas que se contraen, en forma conjunta o alternada.

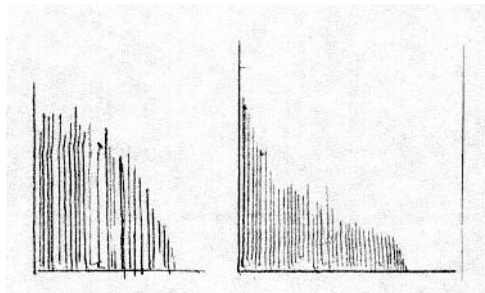
En la **figura 4.32**, se muestra el registro sobre un papel de la contracción aislada de un músculo de un animal, mostrado por un quimógrafo, que se mueve rápidamente.



**Figura 4.32.** Registro de la contracción de un músculo de animal (La maquinaria del cuerpo EUDEBA 1963)

Los músculos voluntarios pueden contraerse según lo desee la persona. Debido a esto, cada una de las fibras musculares desarrolla por ello cierta fuerza. De acuerdo a la magnitud de la resistencia a vencer se contraen más o menos fibras (contracción muscular). Luego de una cierta actividad dichas fibras se relajan para ser reemplazadas en su actividad por otras, este relevo hace que se permita cierta recuperación biológica (descanso).

Después de trabajar un tiempo (este depende de la magnitud de esfuerzo), aparece un límite a partir del cual el músculo pierde de capacidad, (se presenta el cansancio o fatiga según lo defina el autor), este cansancio de los músculos es provocado por la presencia de sustancias tóxicas catabólicas que se acumulan en el citoplasma de las fibras musculares y que deben ser eliminadas para que la célula recupere su excitabilidad normal, Después de un período de reposo, el músculo es capaz de realizar el trabajo en condiciones normales. Observese el ejemplo de la figura 4.33.



**Figura 4.33.** Dos gráficos de fatiga muscular, correspondiente a distintas personas y registradas en iguales condiciones (Según Hober)

Según la metodología REFA de acuerdo a como trabajan los músculos aparecen cuatro formas distintas, caracterizadas por su sollicitación.

- 1) Trabajo de postura estática
- 2) Trabajo de sostenimiento estático
- 3) Trabajo dinámico pesado
- 4) Trabajo dinámico unilateral

Se entiende como *trabajo muscular estático* a la acción que realiza el músculo cuando hace tensión durante un tiempo prolongado contra una resistencia exterior sin efectuar ningún movimiento. Ejemplo: sostener un balde cargado con un solo brazo, empujar algo contra una pared, etc.

Bajo estas condiciones el músculo se cansa rápidamente debido a que al contraerse se comprimen los vasos sanguíneos existentes en el músculo, que son los que lo alimenta y desintoxican.

Para poder entender esto es necesario conocer básicamente como funcionan los músculos en los animales ya que es el mismo para el ser humano. Los músculos se alimentan para poder desarrollar esfuerzos de la sangre (obtienen energía a través de los nutrientes que posee ella).

La sangre llega y sale de los músculos y órganos por medio de un sistema circulatorio compuestos por las venas y por las arterias, donde cada una de ellas forma una red que cubre el cuerpo. Las arterias y las venas desempeñan funciones distintas y son a su vez diferentes, las primeras están formadas por unos conductos que poseen una sola capa de células muy flexibles, mientras que las venas son compuestas por un par de capas de células rígidas y en su interior poseen una serie de válvulas que impiden el retroceso de la sangre en su interior.

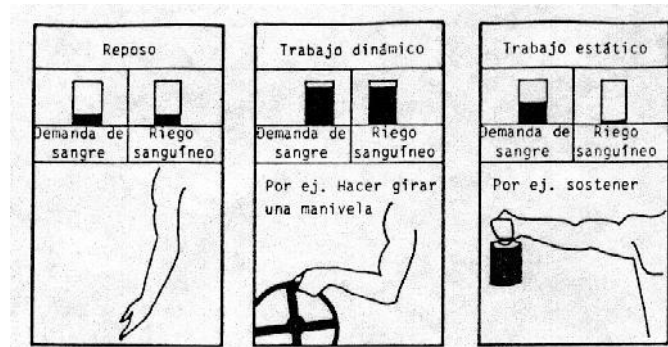
Las arterias parten del corazón (considerando la dirección de circulación de la sangre en ellas), siendo un conducto de gran diámetro (aorta) que va reduciéndose a medida que va dividiéndose en los distintos ramales hasta llegar a ser capilares en los órganos y músculos, por el contrario, las venas nacen en los músculos y órganos siendo tubos capilares y van aumentando su diámetro a medida que se van uniendo los ramales hasta llegar al corazón siendo un tubo de gran diámetro (vena cava)

El funcionamiento de las arterias consiste en dilatarse para dejar pasar la sangre a través de ellas, es decir cuando el corazón da un bombazo la sangre sale de él como una especie de golpe de ariete, que va dilatando la arteria en su paso la cual tras este se contrae (aumentan o reducen su diámetro) impidiendo el retroceso y permitiendo la llegada del flujo hasta los capilares. En cambio, la sangre una vez que entro a un capilar venoso no puede retroceder por las válvulas existentes y por la depresión sanguínea existente va indefectiblemente al corazón

Las venas llevan la sangre enriquecida en oxígeno y nutrientes a los músculos, órganos, y demás componentes del individuo. En cambio, las venas retiran la sangre procesada, contaminadas con toxinas al desarrollar la actividad orgánica)

En el caso del trabajo *muscular estático*, al tensarse el músculo impide la dilatación de las arterias y en consecuencia estas no pueden hacer llegar los nutrientes al músculo, el cuál se cansa por falta de oxígeno y alimento.

El *trabajo muscular dinámico* es aquel en el cual el músculo se contrae y relaja en forma constante y alternativa, favoreciendo de esta manera la irrigación sanguínea dado que no bloquea a la sangre en forma constante y además ayuda al bombeo de las arterias, por lo cual es mucho menos cansador. Ejemplo: hachar un tronco, girar una manivela, tocar el piano, etc.



**Figura 4.34.** Riego sanguíneo de los músculos en trabajo dinámico y estático (según Lehmann).

Se entiende por *trabajo muscular dinámico pesado* al trabajo (pesado) que compromete grandes grupos de músculos, que hacen necesario un mayor metabolismo (Rohmert, 1979). Ejemplo: puntear, hombrear bolsas de cemento, empujar un bogie ferroviario, etc

*Trabajo muscular dinámico unilateral* es aquel trabajo dinámico que compromete a uno o varios grupos pequeños de músculos, (cuya masa muscular activa es menor que un séptimo de la masa muscular total del cuerpo), y cuya frecuencia de contracción, (frecuencia de accionamiento) es superior a 15 contracciones por minuto (Laurig, 1977). Ejemplo: tocar la flauta, escribir un texto en una PC, expender boletos, etc.

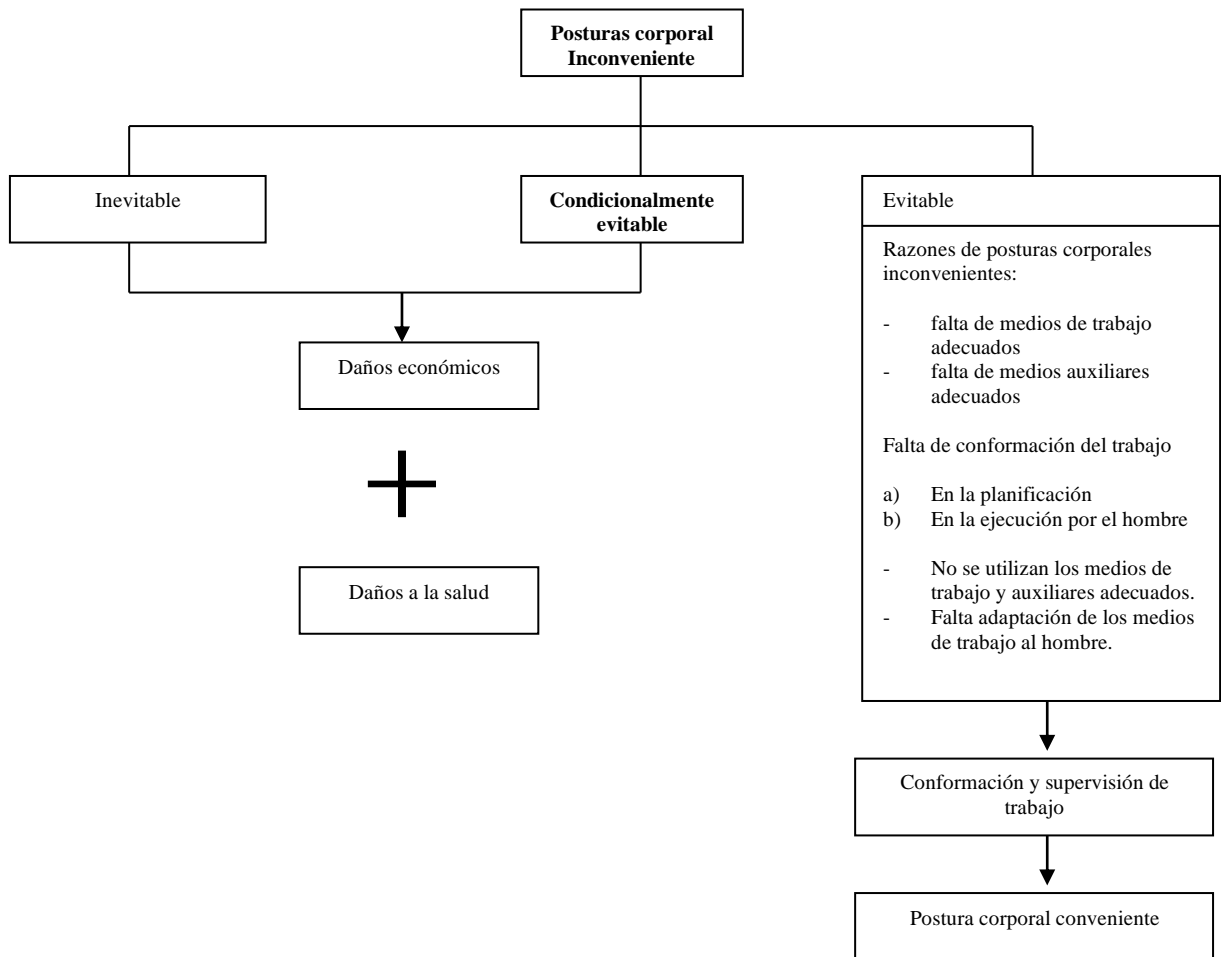
Dentro del *trabajo muscular estático* distinguiremos dos tipos bien diferenciados; el trabajo de sostén estático y el trabajo con carga postural. La carga postural es una forma especial de trabajo de sostenimiento del cuerpo, el cual genera una sollicitación debido a que se mantiene una posición corporal

inadecuada, donde se entrega energía sin mediar fuerza externa. Ejemplo: estar sentado en la punta de un taburete, permanecer encorvado mientras se realiza una tarea, etc.

Las posiciones que adopte una persona al realizar la tarea tienen suma importancia, pues si estas no son correctas pueden traerle problemas de salud a mediano o largo plazo. Esto es fácil de detectar al estudiar los ausentismos en forma estadística por puesto de trabajo o sector de trabajo, o por máquina. Dicho ausentismo puede durar un tiempo limitado mientras permanezca la enfermedad o puede llegar a generar una invalidez obligando a dar de baja a una persona, ver figura 4.35.)

En la **figura 4.36**, se aprecia que no todas las posiciones con inconvenientes son inevitables, teniendo que:

- 1) Las dimensiones y/o el peso de una pieza no permiten ponerla en una determinada posición muy conveniente para realizar una operación de trabajo.
- 2) El espacio del entorno o el acceso al puesto de trabajo implica la adopción de una postura inadecuada en forma obligada. Ejemplo: la altura restringida en la fosa de mantenimiento de uso ferroviario, el trabajo en un túnel de dimensiones reducidas, etc.
- 3) Muchas veces se debe tomar posturas estáticas sumamente comprometidas como ser trabajos de sostenimiento. Ejemplo: el mejor y más clásico es el trabajo sobre la cabeza (ver figura 4.39).



**Figura 4.35.** Consecuencias de postura corporal inconveniente según Sämman (1970).

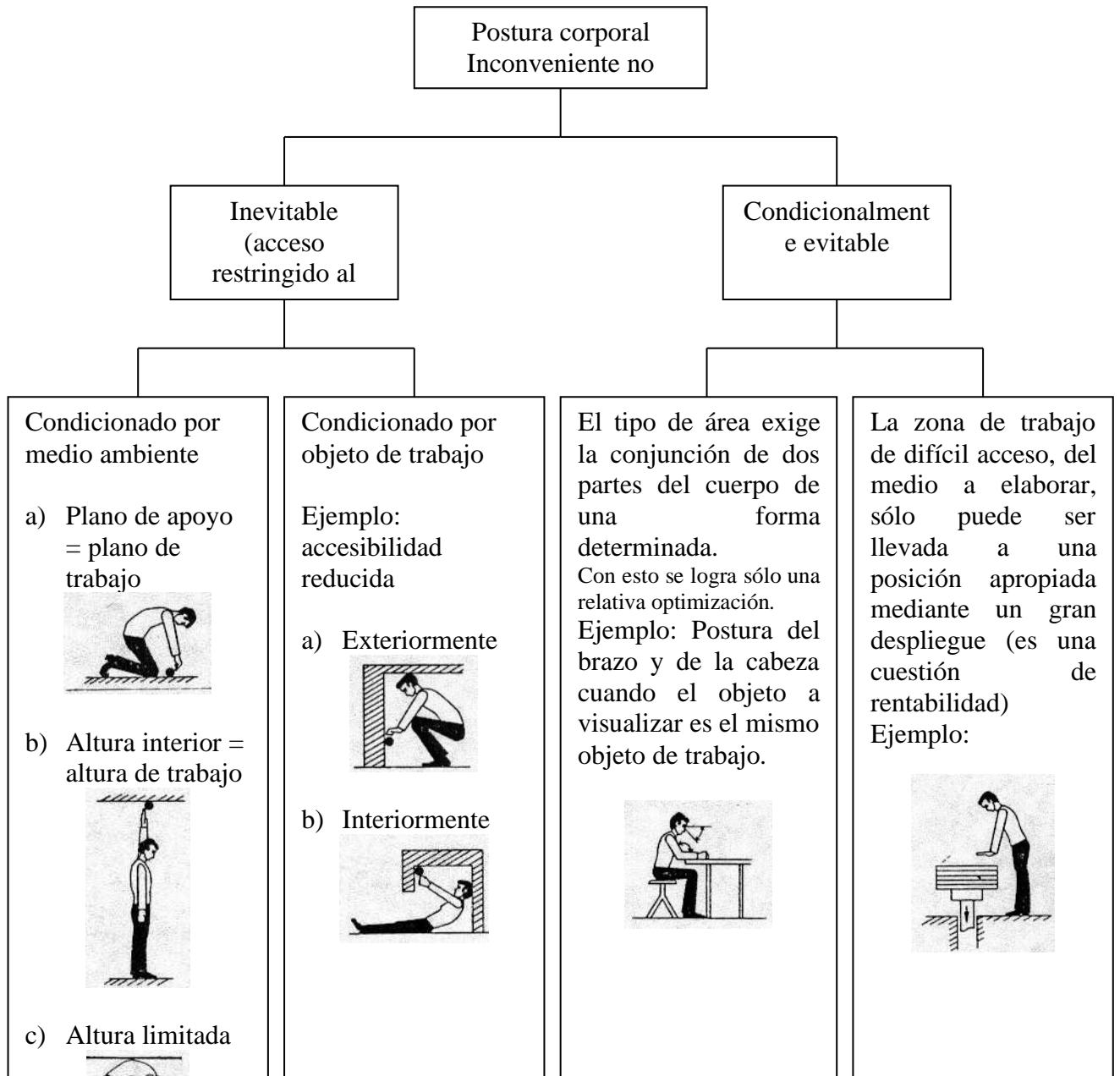


Figura 4.36 Posturas corporales inconvenientes no evitables según Sämam (1970).

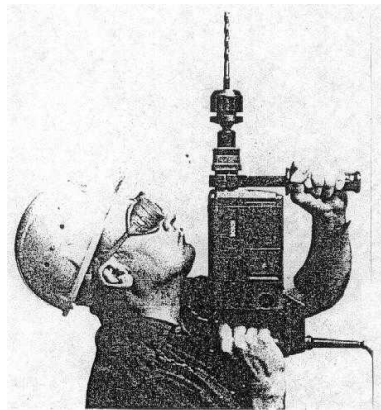


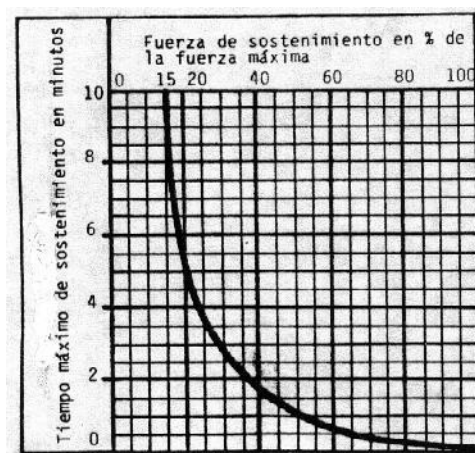
Figura 4.37. Trabajo muscular estático de los músculos del brazo y de la nuca debido al trabajo sobre la cabeza.

#### 4.3.2.5. Capacidad muscular

En investigaciones fisiológicas del trabajo estático, en particular del sostenimiento de carga se ha podido determinar que hay una relación directa entre el tiempo máximo de sostenimiento de una carga y la fuerza máxima factible que puede realizar un grupo de músculos, esta se denomina fuerza máxima.

El ser humano solo emplea su capacidad muscular máxima (fuerza máxima) solo en contadas ocasiones, por lo general emplea una fracción de ella, y casi siempre está por debajo del 25 % de la mencionada capacidad máxima.

Rohmert en las investigaciones realizadas en la década del 70 llegó a la conclusión que el tiempo máximo de sostenimiento es independiente de la magnitud absoluta de la fuerza máxima, independiente del grupo muscular comprometido e independiente del sexo de la persona. El tiempo de sostenimiento depende únicamente del porcentaje de la fuerza máxima con que es sostenido un peso, Rohmert realizó el gráfico de la figura 4.38. en el cual representa lo expuesto.



**Figura 4.38.** Tiempo máximo de resistencia en el trabajo muscular estático respecto a la fuerza de sostenimiento (según Rohmert).

A partir de la observación del gráfico, podemos afirmar que una persona solamente podría sostener un peso igual a la carga máxima (100 %), durante un breve tiempo, si este peso solo fuera del 60 % de su capacidad máxima, lo sostiene solo 30 segundos, si la carga tuviera un peso igual 20 % de su capacidad máxima este lo sostendría aproximadamente 5 minutos; y, por último si el peso de la carga no supera el 15 % de su capacidad máxima la persona la sostendría por tiempo indeterminado. El resultado es independiente de la constitución física de la persona y del sexo. La curva de Rohmert enlaza todos los tiempos máximos de sostenimiento medidos, que fueron alcanzados en más del 90 % de todas las mediciones individuales.

De acuerdo a la anterior interpretación del gráfico, también podemos decir que cuando se hace un estudio del puesto de trabajo, y éste da como resultado que las personas que en él trabajan efectúan tareas con sostenimientos de cargas de un peso inferior al 15 % de la fuerza muscular máxima, no sufren cansancio muscular. Pero en el caso que el peso de la carga supere el 15 % de la fuerza muscular máxima, se deberá que profundizar el estudio para saber, tomando en cuenta la duración de la fase de sostenimiento se llega a producir fatiga en la persona.

Un ejemplo apropiado es el que da REFA, el cual transcribimos: Mientras que los músculos de la nuca, que balancean la cabeza sobre el torso al ejercer una actividad de escritorio pueden ser puestos en tensión estática de manera permanente y sin que se presente fatiga, un mantenimiento de la cabeza durante un tiempo relativamente largo no es posible, por el contrario, si por ejemplo un mecánico de automóviles tiene que ejercer trabajos de montaje debajo del vehículo y se ve obligado a mantener la cabeza permanentemente en postura oblicua.

El cansancio muscular producido por tareas de sostenimiento será tanto mayor cuanto más grande sea el peso y cuanto más largo el tiempo de sostén.

Hay casos de trabajo muscular estático que se efectúa con un solo grupo muscular, si este se puede realizar con dos o más grupos la persona sentirá alivio y se puede llegar a eliminar el cansancio que la tarea produce, un ejemplo es el empleo de grupos paralelos de músculos, (usar los dos brazos para sostener una carga en vez de uno, sostener o transportar un peso con ambas manos). El cuerpo aprovecha esta posibilidad de alivio sin que llegue a ser consciente de ello. Además, se da que al trabajar con ambas extremidades se centra el centro de gravedad de la carga y la columna vertebral no tiene que efectuar una curva de compensación (escoliosis) que agrega una carga adicional en la columna vertebral.

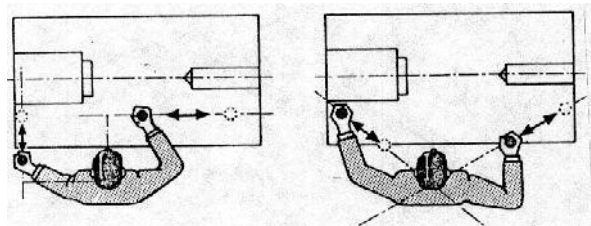
El aprovechamiento de la capacidad muscular de un colaborador es muy importante en tareas donde se emplee la fuerza muscular, es decir donde predomina el trabajo muscular dinámico. El aprovechamiento de la fuerza del hombre se denomina grado de eficacia. El rendimiento normal de cada músculo es aproximadamente el 30 % de su capacidad total. Además se tiene que por el movimiento simultáneo de sus extremidades y por tensiones adicionales del cuerpo, (generalmente por las posturas que agregan carga adicional muscular como el caso ya mencionado de la columna vertebral, o por mala posición o inadecuada de brazos, muñecas, o manos, etc.), se producen pérdidas adicionales, de tal forma que el rendimiento total de la actividad humana es por lo general inferior al 10 %, de hecho es tanto peor cuando menor es la fuerza a contrarrestar, dado que en estos casos lo que se realiza es movimiento (el cual consume energía). Lo que hace evidente que el cuerpo humano no es adecuado para realizar trabajos mecánicos.

Kirchner y Rohmert en 1974, presentaron los siguientes postulados:

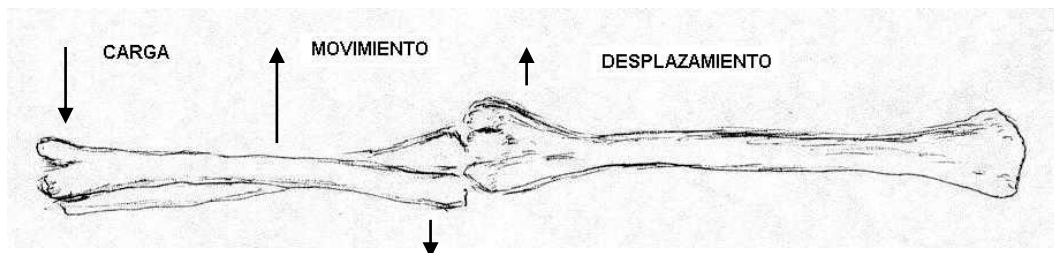
- 1) **La fuerza requerida no debe sobrepasar un cierto porcentaje de la fuerza máxima del grupo muscular comprometido en la tarea.** Para una frecuencia de accionamiento normal este porcentaje es aproximadamente de 30 %.
- 2) **La fuerza máxima depende de la dirección de la fuerza respecto al hombre. Para ello las direcciones de las fuerzas deben ser dirigidas hacia el eje del cuerpo o hacia la articulación del hombro.** (ver figura 4.39)

La dirección de las fuerzas a realizar por el hombre debe dirigirse hacia o desde la columna vertebral, pues las articulaciones del cuerpo están preparadas para ese tipo de movimiento. El realizar otro movimiento afecta al sistema articular.

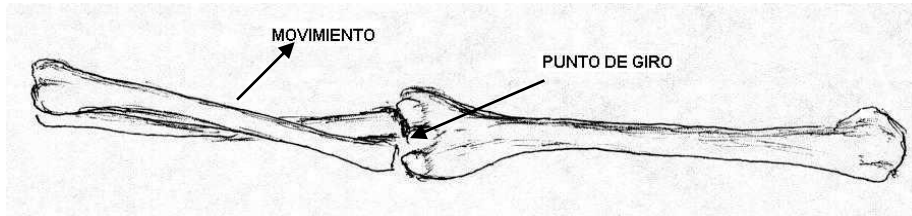
En el gráfico de la figura 4.39, la persona realiza el movimiento correcto, y la articulación se comporta como se observa en la figura 4.38, rotando en forma normal. En cambio, en el gráfico de la izquierda el efecto en las articulaciones es como se aprecia en la figura 4.39.



**Figura 4.39.** Dirección de la fuerza inconveniente (izquierda) y conveniente (derecha) respecto al cuerpo.

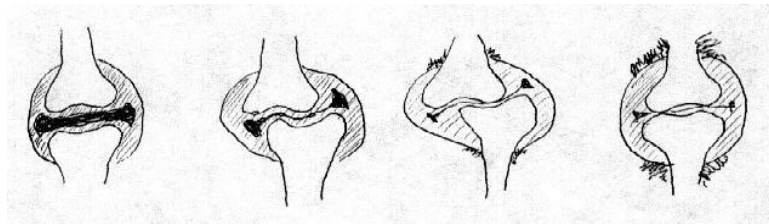


**Figura 4.40.** Articulación del codo trabajando correctamente.



**Figura 4.41.** Articulación del codo trabajando incorrectamente

Como se observa en las figuras 4.40 y 4.41. en el caso de girar la articulación según su movimiento natural, no se presenta desplazamiento alguno, en cambio, cuando se hace un esfuerzo perpendicular (como consecuencia de un movimiento anormal) se produce un desplazamiento en la articulación por efecto de la acción y reacción mecánica de las partes sólidas de la estructura corporal (huesos), provocando la generación de momentos de fuerzas (en física fuerza por distancia). Un corrimiento de los huesos entre si se produce en la propia articulación, la cápsula se deforma y la cavidad sinovial se alarga y angosta, perdiendo si capacidad lubricante, por lo que con el correr del tiempo y la repetición del movimiento inadecuado el cartilago se desgasta y se produce una calcificación en el entorno de la articulación, que termina siendo artrosis, como reacción del organismo (Figura 4.42.).



**Figura 4.42.** Deformación de la articulación al dar un golpe (por ejemplo, martillazo)

3) *Debe ser evitado el trabajo muscular estático.* Este surge como consecuencia de un mal diseño de las máquinas, equipos, o medios de elaboración, o el mayor número de a veces por una mala conformación del puesto de trabajo, generalmente por no respetar a la antropometría humana. Las posturas laborales inconvenientes se evitan mediante:

- a) Altura de trabajo
  - b) Elevación de objetos de trabajo
  - c) La correcta posición de sentado ante el puesto de trabajo
  - d) La utilización de la posición en alternancia (de pie/sentado)
  - e) La utilización de tarimas
  - f) El correcto diseño de apoyabrazos o pies.
  - g) El cuidado de los movimientos en el desarrollo del proceso
  - h) Etc.
- 4) *El flujo de la fuerza a través del cuerpo debe reducirse para que pocos grupos musculares sean solicitados.* Esto se logra si el cuerpo o partes del cuerpo se apoyan, o cuando se efectúan movimientos contrarios para evitar los momentos de torsión y tracción del cuerpo.
- 5) En caso de movimientos con aplicación de mucha fuerza debe preferirse el empuje horizontal a la tracción.

Para analizar adecuadamente lo que ocurre con el cuerpo en base a lo expuesto hasta ahora se tiene que estudiar al hombre a través de segmentos corporales

### 4.3.3. Manos y brazos

Dentro de los que hace a nuestro cuerpo, la parte más expuesta son las manos y los brazos, dado que estos cumplen la función de herramientas y por este hecho las tenemos siempre arriesgando en las áreas de peligro, además muchos piensan que con ellos no se efectúan grandes esfuerzos, esto es un grave error dado que en los brazos y manos se producen una gran cantidad de traumas como consecuencia de la combinación de movimientos repetitivos y carga muscular.

Para poder encarar el problema dividiremos el estudio en tres partes, en primer lugar, piel, músculos y tendones, en segundo, arterias venas y nervios y por último, en huesos y articulaciones.



#### **4.3.3.1. Piel, músculos y tendones**

La función de la piel en todo el cuerpo es la de aislar los tejidos del medio ambiente, protegiéndolos de los elementos agresivos, los músculos proporcionan la capacidad de mover el cuerpo (hacen la vez de pistones), a través de los tendones que se fijan en los huesos partiendo de los músculos, teniendo como elementos de pivotes o bisagras a las articulaciones, dando a nuestro cuerpo y en especial a las manos y brazos infinitas posibilidades de movimientos.

Lo que en parte estamos diciendo que si el cuerpo fuera una máquina los huesos cumplen la función de estructura (vigas, columnas, etc.), los músculos hacen la función de pistones de simple efecto, transmitiendo su movimiento a través de los tendones (como si fueran barras, cuerdas, etc.), que obligan a girar los huesos en las articulaciones tal como si fueran pivotes. La piel cumple la función de carrocería brindando una cobertura al cuerpo.

La piel, los músculos y tendones sufren problemas los cuales afectan su funcionalidad y que veremos a continuación

##### **4.3.3.1.1. Heridas y cortes**

Las heridas y los cortes son causados por filos, aristas y puntas sin protección o por no estar esta en condiciones o no ser la adecuada. El resultado son hemorragias (pérdidas de sangre), posteriormente infecciones y llegando en algunos casos si la herida es profunda a lesiones tendinosas y/o nerviosas)

##### **4.3.3.1.2. Ampollas y callosidades**

Las ampollas y callosidades no son el resultado de rozamientos constantes de zonas rugosas, estriadas, marcadas, malformaciones, etc., sobre la piel. Las consecuencias de lo anterior (el resultado de las malas condiciones de los elementos que se toman con las manos), son la formación de ampollas, posteriormente estas terminan en callosidades secas y por último en grietas cutáneas, esto se incrementa cuando la persona trabaja realizando mucha fuerza con sus manos, por ejemplo, en el uso de alicates tijeras, etc.



**Figura 4.43. Afecciones de la piel, músculos y tendones de los dedos, mano y antebrazo (Sanwick)**

Las soluciones son varias, una es realizar mejor los esfuerzos tratando de tomar las cosas con la mayor superficie de piel (para evitar zonas de sobrecarga localizadas) y realizar la fuerza correctamente. También se puede analizar si lo que se utiliza es adecuado por su diseño para el tipo de trabajo que se efectúa, o si el tamaño es el adecuado para las manos del usuario, por lo general se suministra elementos estándares para tareas generales según el tamaño de las manos de la persona promedio, pero no siempre una persona es promedio en algo, como ser las manos, los brazos, etc.

Otra solución es mejorar las condiciones de los elementos que utiliza, para ello se las debe inspeccionar en forma periódica, el usuario lo debe hacer antes de emplearla (para reemplazarla, o en su defecto no utilizarla si el uso reviste riesgos) y al guardarla (para reemplazarla antes de iniciar la jornada siguiente)

Es responsabilidad de la Supervisión el buen estado de los materiales que utilizan sus subalternos

#### 4.2.1.3. Síndrome del túnel carpiano

Ahora comenzaremos a ver lesiones que se produce por el uso indebido de las manos, como ser en posiciones no adecuadas que obliguen a ejercer presión sobre el nervio mediano de los tendones flexores de los dedos, sobre todo con la muñeca flexionada. Se debe tener en cuenta como se observa en la figura 4.43 que los músculos de los dedos están en el antebrazo y que los tendones son los que transmiten los movimientos a los dedos.

Los tendones provenientes del antebrazo pasan por el carpo a través de un puente de fibras que crean un túnel (se denomina retináculo flexor), (ver figura 4.44) para continuar hacia los dedos; es en ese lugar, que al curvar la muñeca hacia los lados se produce una compresión de los tendones (hay una compresión de los vasos que nutren el nervio mediano), que va en aumento con el esfuerzo que se realice en forma simultánea y repetitiva. El problema también se genera por hiperflexión de la mano. El resultado final es un daño que cada día es más común entre los trabajadores desaprensivos en su nervio medio.

También se da cuando los operarios trabajan en forma continua (período largo), de horas extras (jornada extendida), en trabajos concebidos para realizar en un ritmo e intensidad durante una jornada normal (no más de 9 hs). De hecho en este último caso es común encontrarlo en tareas de las consideradas muy livianas, que por sus características los metodistas se olvidan de la necesidad de recuperación biológica del hombre.

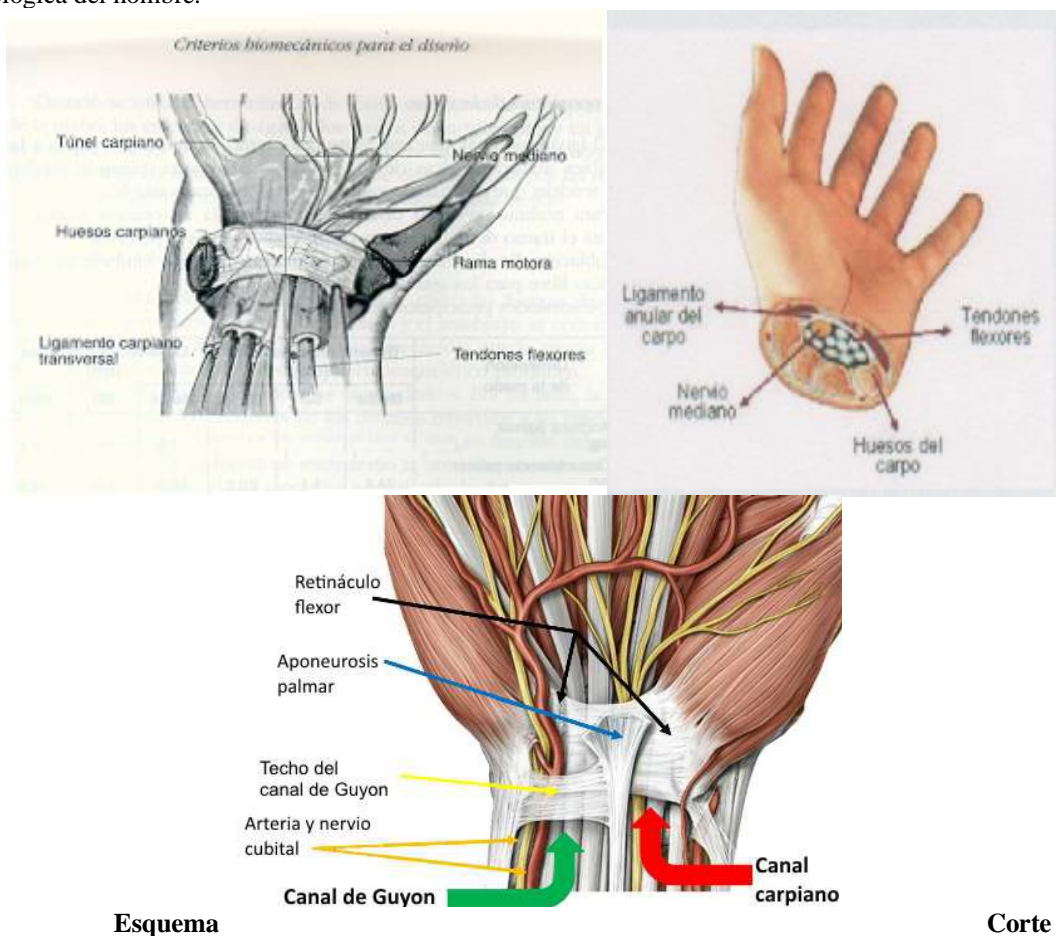


Figura 4.44. Túnel del carpo (MAPFRE)

Los síntomas son dolor, adormecimiento o quemazón, en manos y antebrazo, sequedad por ausencia de transpiración en la palma de la mano, calambres y pérdida progresiva del tacto y fuerza de

apriete de los dedos (pinza digital o tridigital). Esto es causa del hinchamiento de la vaina de los tendones sobre el nervio mediano.

Las soluciones a este problema son el trabajo de las manos en posición neutra de las muñecas, mejorando el diseño de las herramientas y/o dispositivos de trabajo manual.

Esta patología llega a afectar más del 1,5 % de la población laboral siendo muy común en las tareas donde hay movimientos frecuentes de flexo-extensión y desviación de la muñeca

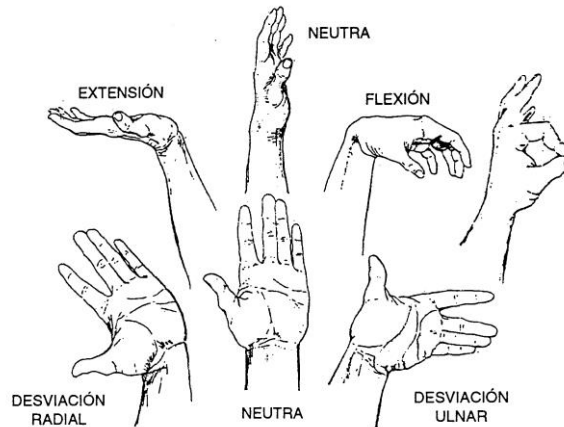


Figura 4.45. **Diferentes posturas de las manos y muñecas (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001)**

De tal forma que siempre las manos actúen en posición neutra, liberando de la presión que se genera en el túnel del carpo por flexión, extensión o desvío (ver figura 4.45.)

Esta enfermedad es muy común en las personas que trabajan constantemente con las manos, antes eran las lavanderas que se les producía al retorcer la ropa, ahora se les produce al los data entry que trabajan en los teclados de las computadoras en forma continua.

También podemos agregar que la regeneración de las fibras de los tendones que por esfuerzo sufrieron dan lugar a cicatrices que modifican la textura de la superficie, el deslizamiento de los tendones a través de sus vainas sinoviales (en las áreas donde las hay), el cual es de extrema suavidad. Cuando los movimientos de los tendones son muy frecuentes y/o amplios, el líquido sinovial que genera el organismo resulta insuficiente, lo que hace que se aumente la fricción entre los elementos que se deslizan, generando en primer lugar una sensación de calor y posteriormente de continuar aparece dolor, para continuar con una inflamación.

En estas circunstancias el deslizamiento (como es lógico) es cada vez más forzado y la continuidad puede dar lugar a la inflamación de otros tejidos fibrosos, pudiendo derivar en un daño crónico de la vaina tendinosa, en cierto modo esto es una tendinitis (esta enfermedad se puede dar dentro de ciertas variedades clínicas, como ser tenosinovitis esterosante, enfermedad Quervain, el mencionado síndrome del túnel carpiano, etc.)

Nota:

Ante lo anteriormente expuesto se puede extender lo siguiente

- **Microtraumas repetitivos**, estos los muy pequeños traumas que se producen durante el desarrollo de las tareas que demandan esfuerzos repetitivos. La generalidad de los expertos hace incapié que la acción repetitiva produce alguna lesión física, desgarro, deterioro de los tejidos fibrosos y articulaciones del hombre

- **Trastornos por traumas acumulativos**, estos se basan en la acumulación gradual de microtraumas, manifestándose al cabo de cierto tiempo, con la disminución de rendimiento, aparición de disconfort, dolor o alguna enfermedad, en los tendones, las articulaciones, los músculos u otro tejido blando.

Los factores fundamentales de su aparición son la fuerza, ejercida, la frecuencia y el tipo de movimiento, en mucho caso se debe agregar la falta de descanso apropiado

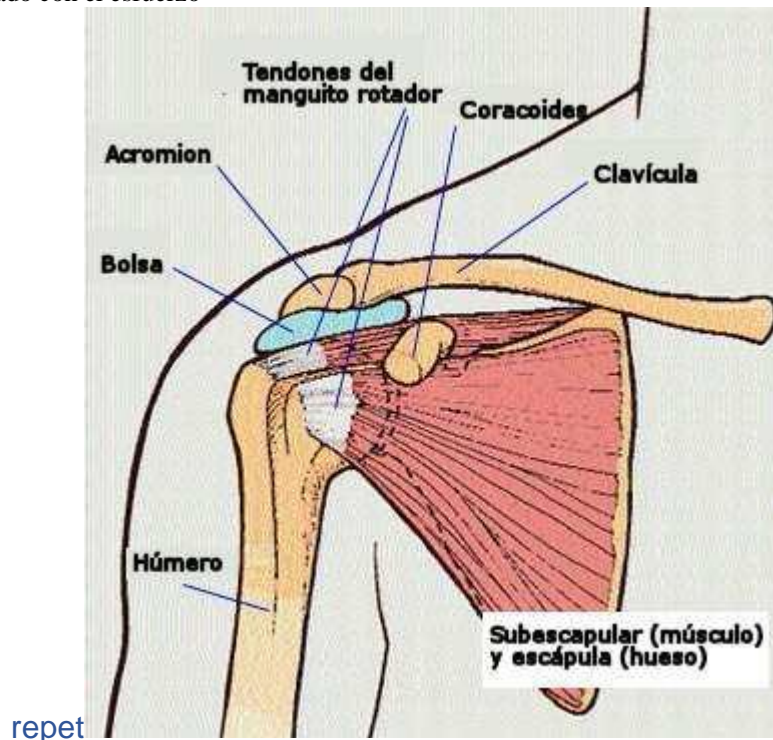
#### 4.3.3.1.4.1. Tendinitis

Es la inflamación de los tendones de los músculos flexores y extensores de la mano y la muñeca. Esta afección da lugar a dolor, inflamación, reblandecimiento y enrojecimiento de la mano, la muñeca y/o



el antebrazo, con dificultades para usar la mano. La tendinitis también afecta el codo en la inserción distal muscular tendinosa del bicep produciendo un dolor sordo sobre la cabeza del radio.

También se tiene la tendinitis del manguito de los rotadores es una enfermedad profesional. Se trata de un traumatismo acumulativo de hombros. Se deforma el hueso acromio, provocando que con el rozamiento se deshilachen los tendones de los músculos de la articulación. Se produce por movimientos repetitivos con el brazo en abducción. Se combina la condición preexistente de acromio deformado con el esfuerzo



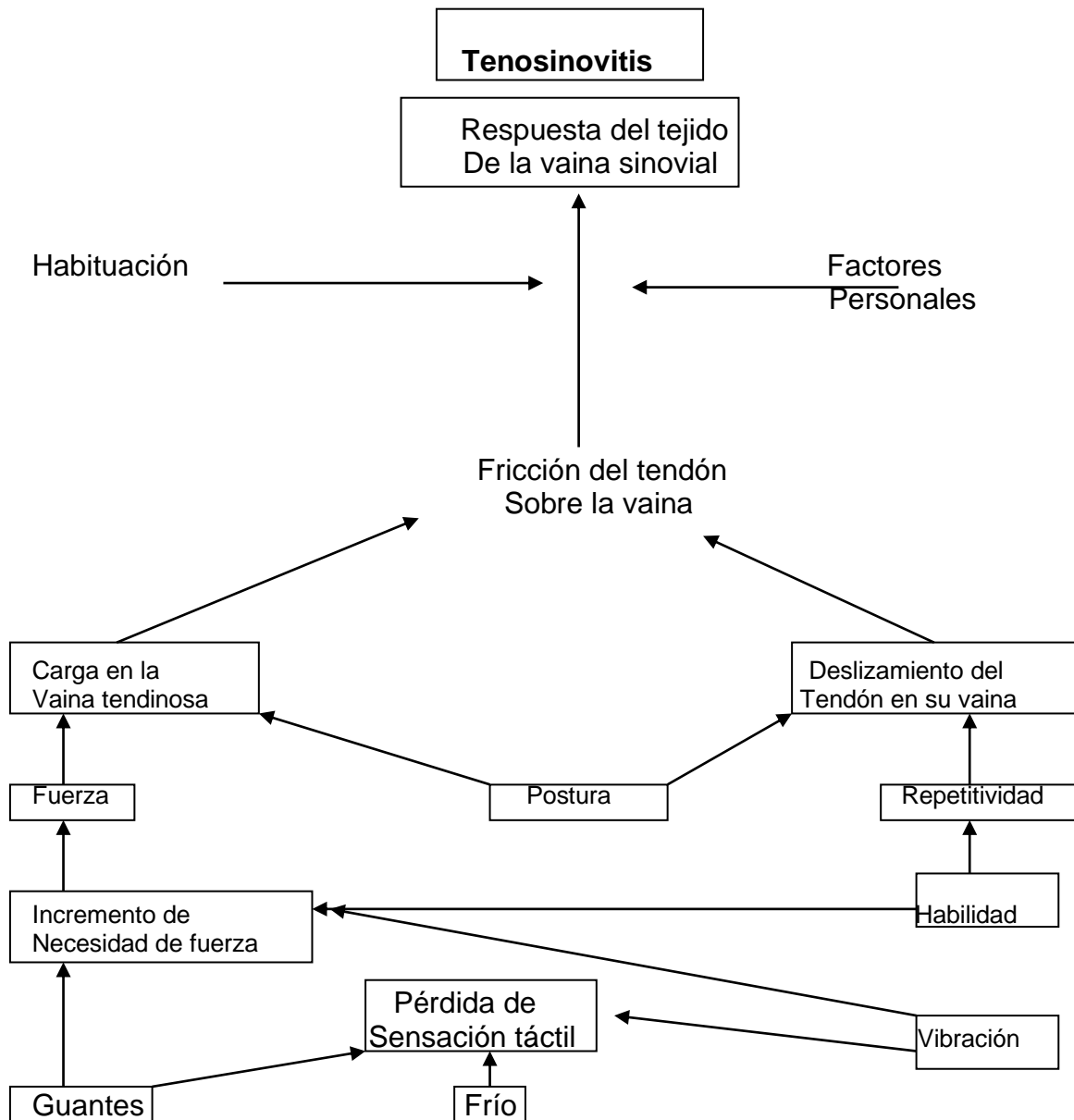
#### 4.3.3.1.4.2. Tendosenuvinitis

Esta afección consiste en la inflamación de las vainas que recubren los tendones, (en si se inflama el tejido conjuntivo que envaina el tendón), puede afectar a uno o varios dedos y produce un dolor en el trayecto del tendón, que se acentúa con los movimientos del dedo y al efectuar presión sobre la vaina. Esta asociada a una irritación dada por una intensa actividad, como el líquido que se acumula en el interior de la vaina del tendón produciendo un chirrido sordo cuando el tendón se desliza dentro de ella

Esta afección puede dar lugar a gangliones y a la inflamación de carácter crónico que puede llevar a la constricción de la vaina tendinosa

#### 4.3.3.1.4.3. Wiitis

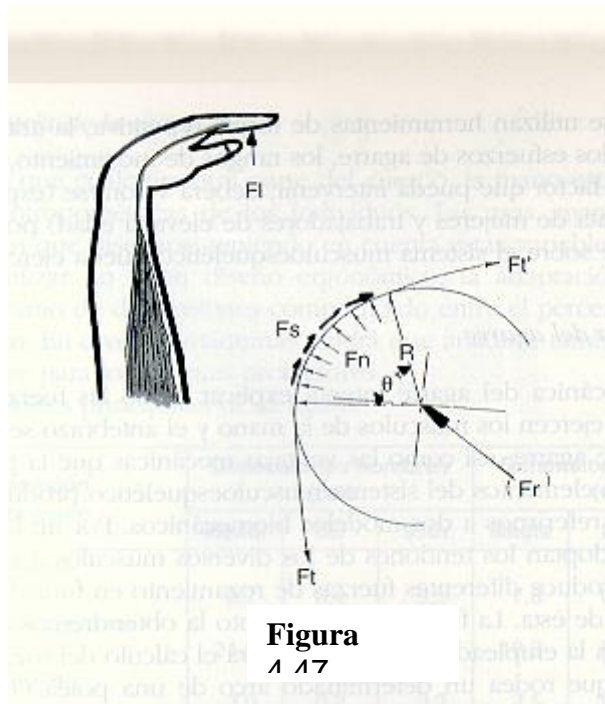
El uso excesivo y/o intensivo de los nuevos dispositivos electrónicos además de los clásicos ratón y teclado de PC, tenemos teclados de agenda, celulares, video consolas, etc. Que en su accionamiento hay que efectuar movimientos repetitivos con los dedos, aumenta la incidencia de las anteriores dolencias



**Figura 4.46** Generación de tendosinovitis según Wells

#### 4.3.3.1.4. Esguinces y distensiones

La fuerza desarrollada por un músculo es proporcional al número de sus fibras activadas, motivo por el cual cuando se desarrolla la máxima fuerza en un músculo se compromete a la mayoría de las fibras que lo forman, estas liberan en forma prácticamente simultánea toda su energía, como el músculo necesita determinado tiempo para recuperarse biológicamente (recuperar su energía), este tiempo es más grande cuando es mayor la fuerza efectuada.



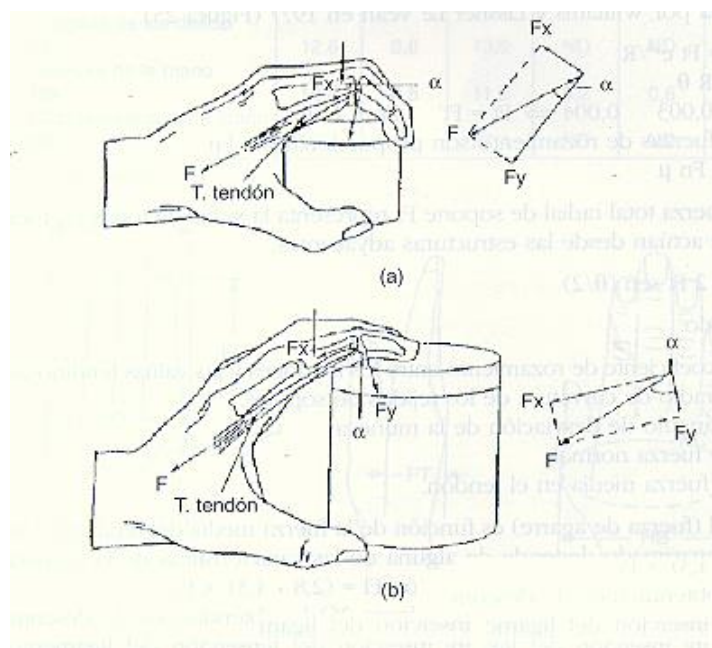
**Figura**  
4.17

Además, hay que tener en cuenta también el tiempo de esfuerzo, en función de la circulación sanguínea (se debe considerar los esfuerzos estáticos y los dinámicos)

Por otra parte, el trabajar ejerciendo una fuerza próxima a la máxima (capacidad muscular), o con elementos externos presionando el músculo actuante, se pueden producir roturas fibrilares, que afectan al músculo en cuestión, como también a los tendones, produciendo la inflamación de los mismos.

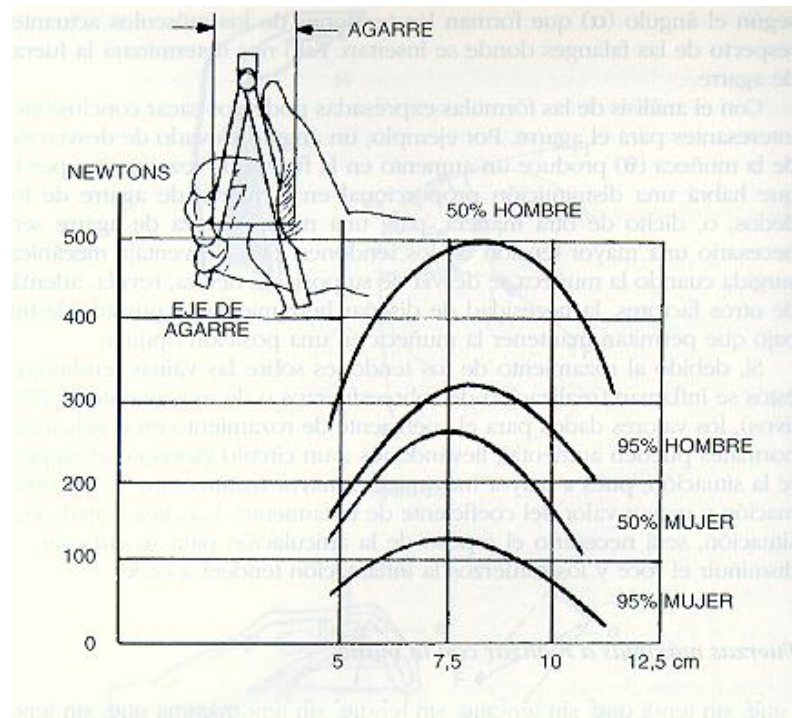
Los esguinces son consecuencia de esfuerzos excesivos, a veces descontrolados, movimientos bruscos, esfuerzos con las manos y/o brazos en mala posición.

Los efectos son al comienzo dolor, luego la aparición de derrames y terminando muchas veces en incapacidad funcional. Las soluciones son similares a las de caso anterior agregando la necesidad de una buena noción de los movimientos correctos, las posiciones adecuadas y el conocimiento de las limitaciones de fuerza corporal individual. Las soluciones en cuanto a la herramienta son las mismas que en el caso anterior.



**Figura 4.48 (MAPFRE)**

En la figura 4.49 y 4.50, se observa las fuerzas máximas que puede ejercer una persona media con sus manos, sin riesgo de sufrir daño por esfuerzo.



**Figura 4.49.** Capacidad de agarre en función de la abertura de la mano (MAPFRE)

Los datos de la Figura 4.49 Y 4.50, corresponden a esfuerzos realizados con elementos diseñados ergonómicamente y en posiciones adecuadas de trabajo.

#### 4.3.3.1.5. Epicondilitis

Las afecciones en el codo suelen ser de origen local y partir de los tejidos blandos periarticulares siendo más frecuentes que en la propia articulación o en las partes óseas

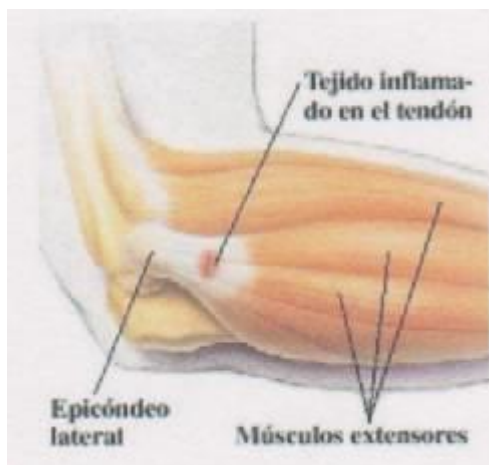
La epicondilitis (codo de tenista) es muy común también en personas que no practican ese deporte. Es el resultado el resultado de movimientos con fuerza y sobrecargas constantes o repetitivos sobre los tendones extensores/supinadores del antebrazo, en especial del músculo extensor común de los dedos Ver la **figura 4.50.**, las contracciones repetidas de las fibras musculares del antebrazo genera una tensión que se ubica en los lugares donde se inserta el epicóndilo humeral, precisamente en la cara externa del codo, ( producen la rotura del anclaje de los tendones extensores de la mano en el codo)

El dolor generando es en la parte externa del codo con dirección hacia el antebrazo, terminando con incapacidad funcional, esto se nota al sujetar a tomar objetos, aparece falta de fuerza en el antebrazo y dolor al presionar el codo en los puntos de inserción de los tendones.

La epicondilitis es una lesión muy dolorosa que se produce comúnmente al trabajar con el codo extendido y en prono-supinación externa mientras los dedos y manos están flexionados

Se observan en tareas que requieren fuerza, como en el uso de desatornilladores con el codo extendido o cuando se lleva una carga con la mano y el brazo colgado, también se produce por la utilización excesiva de la musculatura extensora de la mano (mecánicos, músicos, albañiles, etc.





**Figura 4.50. Epicondritis (MAPFRE)**

La epitrocleitis (codo de golfista) es de menor frecuencia de aparición que la epicondilitis y también es más frecuente en personas que no practican ese deporte. Es similar, pero se produce en la zona interna del codo y antebrazo debiéndose a sobre esfuerzos de los tendones flexores/pronadores del antebrazo y la mano

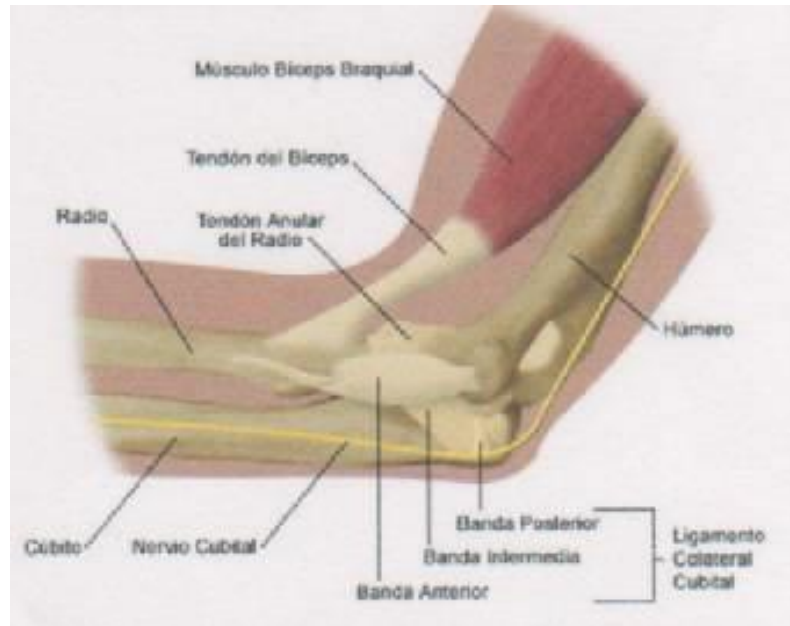
#### **4.3.3.1.6. Bursitis o higroma**

Esta afección en el codo está dada en una inflamación (centrada en una bolsa serosa, cavidad del tejido conectivo en forma de saco que se encuentra entre los huesos y los tendones junto a las articulaciones y secciones prominentes de los huesos) que puede ser el resultado de de microtraumatismos repetitivos sobre el codo. (Como ser mantener el codo apoyado durante un tiempo largo sosteniendo un libro mientras se lee) hay deportes que se juegan golpeando (como el tenis, pelota paleta, golf, etc.) o trabajos con herramientas de impacto. También puede estar asociada a enfermedades como artritis traumatoide, artropatías cristalinas (como gota, condrocalsinosis)

#### **4.3.3.1.7. Neuropatías por aplastamiento del nervio cubital**

Es una neuropatía muy común por compresión en los miembros superiores. Esta afección surge porque el nervio está en posición muy superficial por el canal epitrocLEAR figura 4.51 y se lesiona en las actividades que el codo permanece apoyado por períodos largos, (anteriormente se la conocía como enfermedad del estudiante ahora es común en las personas que trabajan con equipos de informática)

Se presenta con una sensación de adormecimiento en el área lateral interna de la mano, siendo acompañada de hormigueo en los dedos anular y meñique

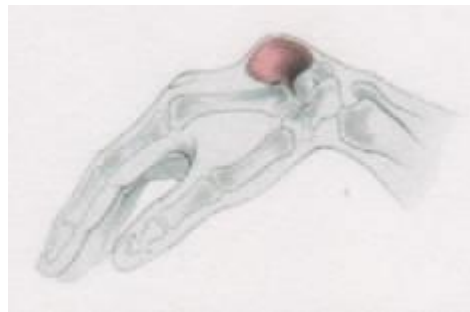


**Figura 4.51. Anatomía del codo (MAPFRE)**

#### 4.3.3.1.8. Ganglión

Esta enfermedad consiste en un quiste en la vaina del tendón el cual está lleno del mismo líquido que hay en la articulación (sinovial), es un engrosamiento de forma, tamaño y estructura variable en el trayecto de un nervio o de un vaso linfático.

Están formados a partir de la articulación de la muñeca, precisamente entre los huesos escafoides y semilunar. Se manifiestan en el dorso de la mano o la muñeca como una hinchazón dura, pequeña y redondeada. Por lo general no produce dolor y tiende a desaparecer espontáneamente



**Figura 4.52. Ganglión (MAPFRE)**

#### 4.3.3.1.9. Celulitis

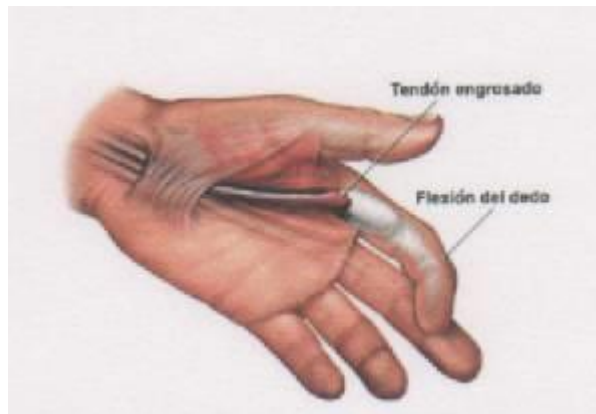
Es una infección de la palma de la mano a causa de roces reiterativos en el uso de herramientas manuales como ser martillos, masas, picos, palas, etc., unido a la abrasión por suciedad o polvos

#### 4.3.3.1.10. Dedo en resorte

Es producido por el engrasamiento de la vaina del tendón flexor de los dedos mayor y anular. El dedo afectado queda en posición de flexión, (gatillo) y para salir de esta posición debe ayudarse con la otra mano, y al hacerlo se percibe un chasquido y el dedo se extiende.

Puede llegar a notarse un nódulo en la cara palmar de la articulación metacarpofelágica, por donde está la vaina tendinosa.

Está relacionada con los movimientos de la muñeca y los dedos fundamentalmente si se desarrolla fuerza por ejemplo al apretar el gatillo de una herramienta



**Figura 4.53. Dedos en resorte (MAPFRE)**

#### **4.3.3.1.11. Desgarro**

Afecta las fibras musculares producidas por un estiramiento o avulsión que en lo general lesiona los vasos sanguíneos

El desgarro de un músculo produce una hemorragia que se le da el nombre de hematoma. El síntoma es dolor sobre todo al activar el músculo, dando lugar a una limitación de los movimientos

Una contractura muscular brusca también puede producir un desgarro.

#### **4.3.3.1.12. Mialgias:**

Es un dolor muscular localizado, que surge en tareas que necesitan esfuerzos musculares intensos y de larga duración, o cuando las exigencias de las acciones superan la capacidad de la persona al realizarlas

#### **4.3.3.1.13. Otras lesiones músculo esquelético de los miembros superiores, cuello y hombros:**

Como consecuencia de esfuerzos repetitivos también tenemos otras lesiones aparecen en la zona del puente escapular y cuello tales como

##### **4.3.3.1.13.1. Hombro congelado:**

Es una dolencia incapacitante de la articulación del hombro, como consecuencia de una herida o inflamación que limita la abducción y rotación del brazo, un causante puede ser el desgaste de la capsula de los ligamentos.

##### **4.3.3.1.13.2. Tortícolis:**

Es una rigidez del cuello acompañada de un intenso dolor, este puede ser consecuencia de un giro violento de la cabeza, mantiene a la cabeza inclinada e impide su giro

##### **4.3.3.1.13.3. Síndrome de tensión cervical:**

Tiene como síntomas la rigidez del cuello y molestia permanente tanto en actividad como en reposo percibiéndose como un cansancio intenso incluso en períodos cortos de actividad

#### 4.3.3.1.13.4. Síndrome cervical:

Es consecuencia de un proceso degenerativo de la columna vertebral que se manifiesta con un estrechamiento de uno o más discos cervicales. Lo cual causa un daño en las vértebras cervicales y sus discos asociados, provocando una irritación de las terminales nerviosas comúnmente entre la C5-C6.

#### 4.3.3.2. Arterias, venas y nervios

Toda herramienta mal diseñada puede terminar, al ser usada, comprimiendo los vasos sanguíneos y lesionando nervios, al hacer esfuerzo o al pellizcar.

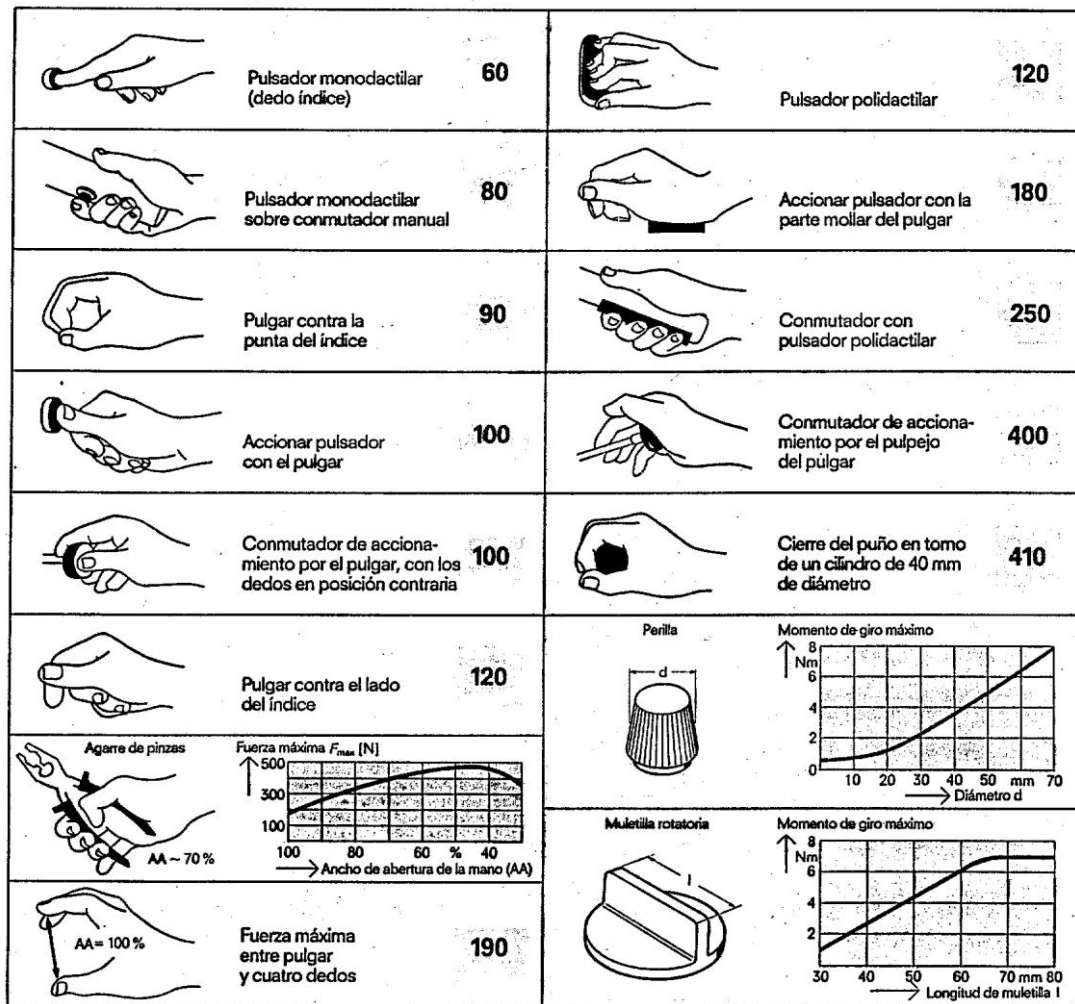


Figura 4.54 Datos referidos a las fuerzas máximas (en N), que se pueden ejercer en el sistema de la mano

#### 4.3.3.2.1. Lesiones de los nervios y vasos sanguíneos digitales



Se producen por el rozamiento de los dedos en el uso de mangos del tipo anular como el de las tijeras, los cuales producen una reducción del flujo sanguíneo, mangos fríos (metálicos, sobre todo en invierno) y/o el uso de máquinas vibratorias (como rotopercutores, llaves de impacto, etc.).

El resultado físico es el adormecimiento de los dedos, o calambres en los mismo y/o hormigueo.



Figura 4.55 Afecciones de las arterias, venas y nervios de los dedos, mano y antebrazo (Sanwick)

#### **4.3.3.2.2. Estiramiento/compresión del nervio mediano en la muñeca**

Este tema se trató como problema muscular, señalando la compresión del nervio. De todos modos, debemos agregar al tratar el problema nervioso que en los movimientos con sobre tensión con la muñeca comprimida o estirada con vibraciones, son de se genera dolor en las manos y brazos asociados a la pérdida de sensibilidad de los dedos.

En este caso hay que utilizar elementos que no creen sobrecargas del mencionado nervio y reducir si hay las vibraciones.

#### **4.3.3.2.3. Falta de riego sanguíneo**

La falta de irrigación sanguínea la provocan bandas circulares sobre el brazo (a veces por la misma ropa), o por ambientes o materiales fríos, teniendo como síntomas adormecimiento, dolor y calambres.

Para evitar esto hay que eliminar las causas de la compresión circunferencial (efecto torniquete) y herramientas con coberturas, son las llamadas coberturas confortables confundidas frecuentemente con las coberturas aislantes dieléctricas o materiales cálidos como se mencionó anteriormente.

#### **4.3.3.2.4. Problemas cervicobraquiales**

La compresión de los nervios y vasos sanguíneos en el cuello y hombros se produce por problemas posturales típicos que obligan a elevar los brazos por encima de los hombros, los mismos se agravan con el trabajo con cargas, el resultado son calambres en los dedos, con sensación de tener los brazos dormidos y pulso débil.

#### **4.3.3.3. Huesos y articulaciones**

Como se dijo antes los huesos son la estructura del cuerpo y de hecho son rígidos, dándoles por tal motivo poca importancia; pero la realidad es otra, dado que terminan siempre sucumbiendo ante sobrecargas dinámicas



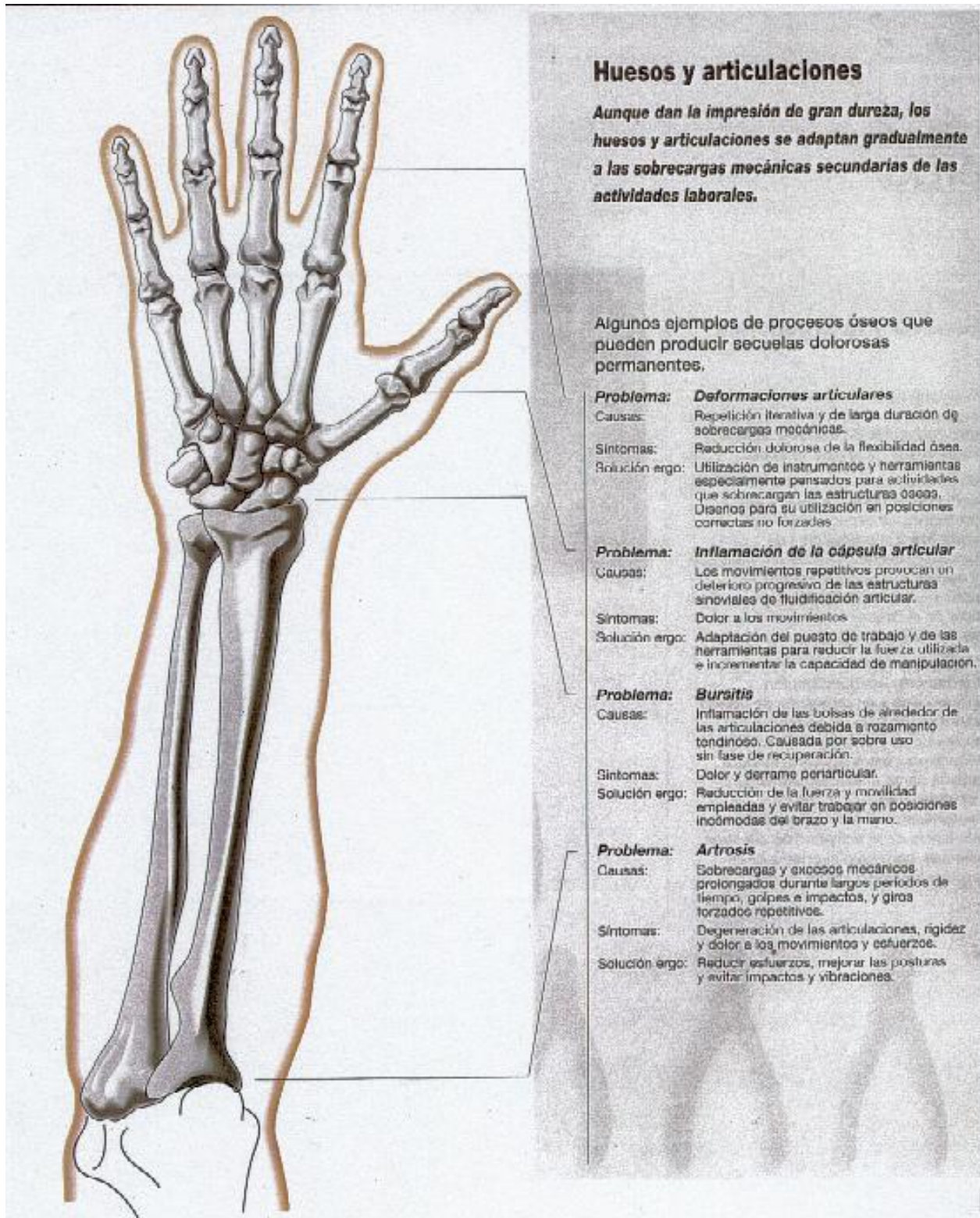


Figura 4.56 Afecciones de los huesos y articulaciones de los dedos, mano y antebrazo (Sanwick)

#### 4.3.3.3.1. Deformaciones articulares

Cuando la persona está sometida a sobrecargas de repetición reiteradas y de larga duración, se producen deformaciones que acarrearán una disminución de la flexibilidad ósea con la aparición de dolor. Tener en cuenta las Figuras 4.56 y 4.57.

La solución en este caso es rever los medios de trabajo existente y las posiciones de trabajo.

#### **4.3.3.3.2. Inflamación de la cápsula articular**

Esto se debe a movimientos repetitivos que causan el deterioro de las cápsulas articulares, teniendo como síntoma principal la aparición de dolor al realizar movimientos con la parte comprometida del cuerpo, para evitar esto es importante no solo analizar los medios de trabajo sino también mejorar la forma de manipulación.

Es importante tener en cuenta las posturas en el movimiento (estereometría en función del tiempo), para poder determinar las exigencias y su desarrollo temporal (esfuerzo y ángulos que forman las articulaciones). Tener en cuenta las Figuras 4.56 y 4.57

#### **4.3.3.3.3. Bursitis**

La bursitis es una inflamación de las bolsas ubicadas en el entorno de las articulaciones, causada por rozamiento tendinoso por falta de descanso, dando lugar a derrames pariarticulares con presencia de dolor.

Para evitar esto se deben reducir los esfuerzos y movimientos demasiado exigidos acompañados de un descanso de recuperación apropiado. Se debe tener en cuenta los límites dados en las Figuras 4.56 y 4.57

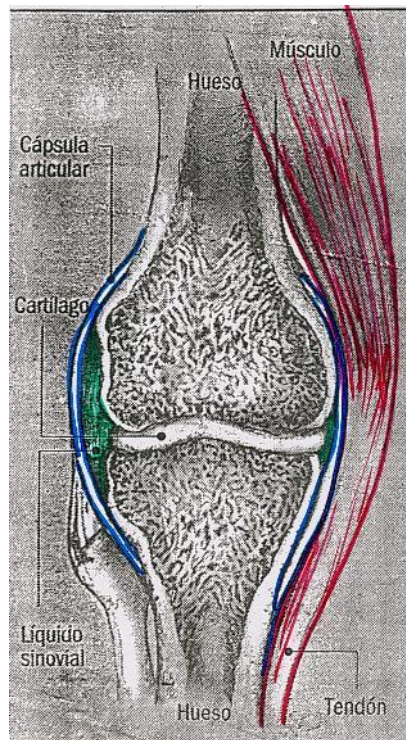
#### **4.3.3.3.4. Artrosis**

Se produce por las sobrecargas y excesivos esfuerzos mecánicos realizados durante períodos prolongados, o por golpes de impacto, o giros forzados repetitivos. Es una enfermedad mal conocida como de viejos. La artrosis no es más que el resultado del mal uso del cuerpo durante el paso de los años.

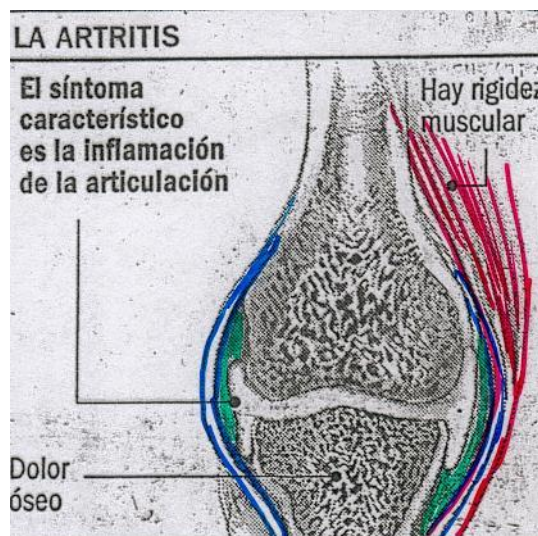
Se presenta con deformación de las articulaciones, dolor articular durante los movimientos y disminución de la capacidad de movimientos (rigidez articular), esta una vez que aparece es irreversible, por ello para prevenir su generación se deben evitar posturas exageradas, evitar impactos y vibraciones.

En la Figura 4.57 se muestra una articulación del codo sana. Cuando la persona por razones de trabajo sobre exige el codo, la primera reacción del organismo aparece como una artritis, como se observa en la Figura 4.58, la misma es dolorosa y molesta, pero con un descanso y tratamiento adecuado desaparece





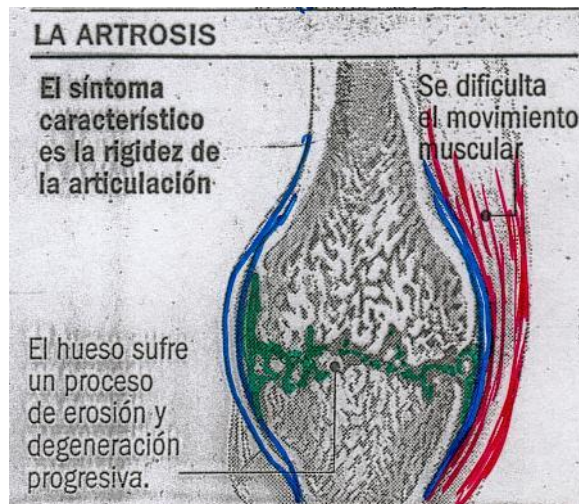
**Figura 4.57.** Articulación del codo sana



**Figura 4.58.** Articulación del codo con artritis

De continuar sin tratamiento, o continuando con la actividad que la ocasionó, sin mediar medidas preventivas que corrijan el causal, la artritis evolucionará a una segunda etapa.

En la segunda etapa puede derivar en una bursitis u otra enfermedad, pero de persistir, lo que la ocasionó se termina en una artrosis como se observa en al Figura 4.59. En esta enfermedad en su estado avanzado, el hueso se erosiona y produce una degeneración progresiva



**Figura 4.59.** Articulación del codo con artrosis

#### 4.3.4. Hombros

En los hombros esta la articulación más compleja del ser humano es la que posee mayor movilidad, este complejo articular está formado por las articulaciones glenohumeral (la propia del hombro), la acromioclavicular, la esternoclavicular y la escapulotorácica



**Figura 4.60.** Articulación del hombro

Es la tercera región del cuerpo en la presentación de lesiones (Dr Ing. José Manuel Alvarez Zárate), luego de la zona lumbar de la columna vertebral y la cervical, en España estiman que en ella se genera el 11 % de las lesiones de los trabajadores industriales

La tendencia es tener dislocaciones, saliéndose de su lugar como consecuencia de un fuerte traumatismo.

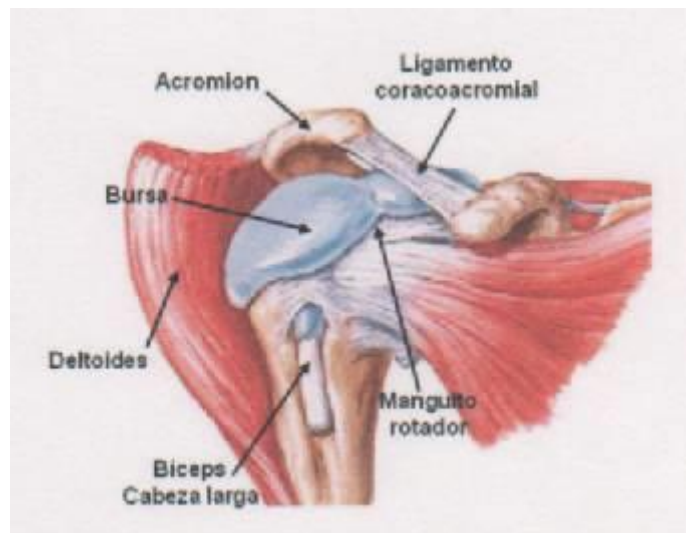
Las patologías más frecuentes en los hombros son:

- Tendinitis o inflamación de los tendones, producto de sobrecargas continuas. La más común esta en la inserción del manguito rotador lo que da lugar a dolor y pérdida de fuerza en inflexión y separación del hombro.

El manguito rotador está formado por los músculos supra espinoso (encargado fundamentalmente de la abducción o separación), infraespinoso (rotación externa), subescapular (rotación interna) y redondo menor (extensión). La inflamación genera dolores en el hombro y el tendón más afectado es el del supraespinoso. Con frecuencia la afección que se inicia en el tendón del supraespinoso se extiende al resto del manguito rotador haciendo que el dolor se generalice a casi todos o todos los movimientos del hombro

- Tendinitis bicipital es cuando se inflama la inserción proximal del bíceps

- La tendinitis del bíceps se ubica en su tendón largo localizado en la corredera bicipital que está en la cara anterior del húmero, entre las inserciones de los músculos supraespinoso (tuberosidad mayor) y subescapular (tuberosidad menor). Esta patología se presenta con un dolor en la cara anterior del brazo y genera dificultades para separar el brazo. En casos llega a producir la rotura del tendón lo que se presenta con un fuerte dolor repentino luego de una tracción o levantamiento de un objeto pesado.
- Tendinitis calcificada, se genera en las tendinitis crónicas en las que llega a acumularse depósitos de calcio e hidroxapatita calcica en el tendón y/o en la bolsa subacromial, dando lugar a un dolor que se intensifica de noche, al dormir
- La rotura del manguito rotador por lo general se produce como consecuencia del desgaste crónico del tendón del manguito también al igual que la tendinitis calcica, da lugar a un dolor que se intensifica de noche, al dormir. En el caso de la rotura parcial del manguito da la sensación de una tendinitis, pero si es total la incapacidad para realizar la abducción activa a 20°
- Hombro congelado o capsulitis adhesiva es una inflamación de la capsula articular que produce una tendencia a retraer, que da lugar a una gran restricción de la movilidad que hace casi imposible cualquier otro tipo de movimiento con el hombro
- Bursitis o inflamación de la bolsa subacromiodeltoidea es una inflamación con producción de líquido sinovial en la bolsa subacromial que se interpone entre el manguito y el acromión, la razón está en el roce continuo contra el acromión en la acción de elevar en forma continua el brazo, a veces tras una caída. Dado su origen esta enfermedad suele suceder a la forma conjunta de tendinitis



**Figura 4.61.** Anatomía del hombro

Nota:

Las tendinitis son producto de:

- Levantamiento de cargas
- Mantener los brazos por encima de los hombros
- Tareas donde los brazos permanecen separados
- Apoyo de objetos sobre los hombros
- Movimientos rápidos

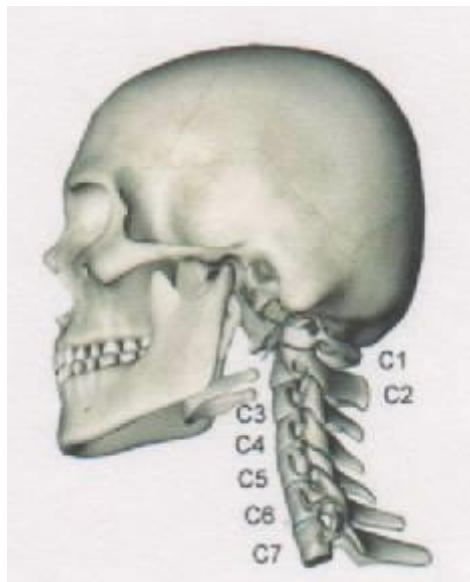
#### 4.3.5. Espalda

Los principales problemas, o más comunes que se presentan en la espalda son las lumbalgias, dorsalgias y cervicalgias,

##### 4.3.5.1. Columna cervical

En el sector cervical de la columna se dan trastornos sumamente comunes en la población laboral como:

- Las cervicalgias que consiste en un dolor o molestia localizada en el área cervical, esta está asociada por lo general a limitaciones de los movimientos del cuello  
La causa más frecuente es el dolor no traumático (estrés psíquico o emocional), seguido por los de problemas degenerativos y los traumáticos, cabe señalar que las enfermedades reumáticas inflamatorias también afectan la zona cervical.  
Cuando la cervicalgia es mecánica esta limita algunos movimientos, siendo muy dolorosas al forzar el movimiento afectados sobre todo en ángulos amplios, en cambio en las cervicalgias inflamatorias todos los movimientos son dolorosos y está asociada a una contractura muscular.  
Los factores más importantes en lo laboral son:
  - Trabajar con los brazos levantados por encima de las tetillas (unos 60°)
  - Mantenerse en flexión y/o con la cabeza girada
  - Y como factores psicológicos la ansiedad, la depresión o la insatisfacción laboral
- Cervicobranalgias que consiste en la compresión de la raíz nerviosa de la columna cervical. C6 y C7 son las raíces más afectadas. Es un dolor de cuello y nuca que puede irradiarse a los hombros, la cabeza o la región interescapular llegando a comprometer las manos con una sensación de hormigueo, dolor. Pérdida de fuerza de aprehensión de objetos, etc.



**Figura 4.62.** Zona cervical

- La tortícolis es de comienzo rápido y es acompañado de limitación de la movilidad de la cabeza, por lo general para un solo lado. Suele surgir luego de un movimiento brusco del cuello o una caída, por exposición al frío o la humedad, su duración es corta limitándose a días y no deja secuela
- Contracturas y dolores musculares son frecuentes en el trapecio fundamentalmente en los trabajos en que se debe mantener control visual (en puestos de trabajo con pantallas)
- En general sin lugar a duda los trastornos músculo esqueléticos más generalizados que afectan al hombre, independientemente de las tareas que realicen.

#### 4.3.5.2. Lumbalgias

Las lumbalgias son sin lugar a duda los trastornos músculo esqueléticos más generalizados que afectan al hombre, independientemente de las tareas que realicen.

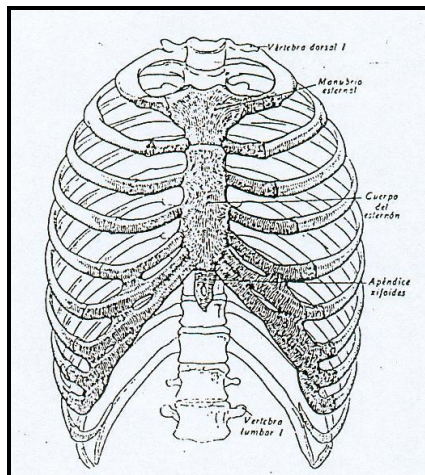
En el trabajo se presentan serios problemas, los cuales se ven afectados y distorsionados por los males congénitos de los individuos (como ser espina bífida). Lo que siempre se puede establecer, de



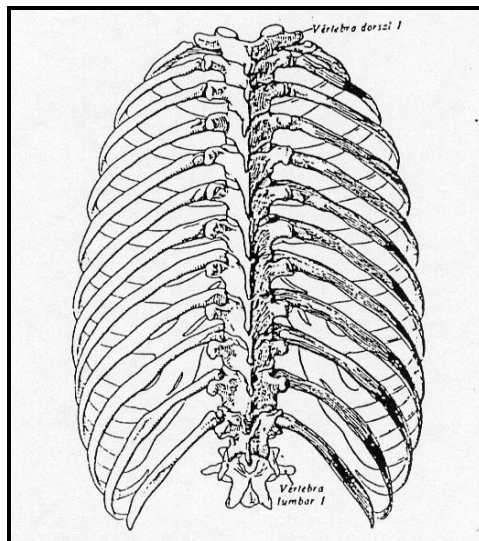
acuerdo a la tarea realizada, si esta favoreció en una mayor o menor medida a la aparición de estos problemas.

Para estudiar el problema se tiene que ahondar en los conocimientos de la biología humana, partiendo de la caja torácica, la tiene una serie de huesos planos (costillas) que sostienen la pared, evitando que la estructura colapse cuando se contrae el diafragma según se observa en la Figura 4.63.

Las costillas se unen en la parte posterior con las vértebras, como se aprecia en la Figura 4.64, El esqueleto humano posee doce pares de costillas, los primeros siete pares se unen en el frente (ventralmente) con el esternón, los tres pares siguientes están unidos en forma indirecta a través de cartílagos, y por último los dos pares restantes no tienen ningún tipo de unión con el esternón, razón por la cual se las denomina *costillas flotantes*.



**Figura 4.63.** Esqueleto torácico visto por delante (Spalteholz)



**Figura 4.64.** Esqueleto torácico visto por detrás (Spalteholz)

En la parte posterior de la caja torácica se encuentra la columna vertebral, esta es una estructura flexible con gran capacidad de soportar cargas, que se extiende desde la cabeza hasta la pelvis, y está compuesta por un conjunto de huesos (vértebras). Para estudio y análisis se divide en cinco sectores:

- 1- Cervical
- 2- Dorsal
- 3- Lumbar
- 4- Sacra, y
- 5- Coccígea.

En la Figura 4.65 se observan los sectores o zonas de la columna vertebral

NOTA:

El sector cervical está compuesto por siete (7) vértebras, el sector dorsal posee doce (12) vértebras, en cambio, los sectores lumbar y sacro poseen cinco y por último, el sector coccígeo de cuatro a seis vértebras

Cada uno de los sectores posee vértebras de características diferentes que corresponden a las funciones específicas que poseen.

La dimensión media de la columna vertebral a lo largo es de unos 75 cm. y el mayor ancho lo alcanza en la base del sacro tanto en dirección anteroposterior como transversal disminuyendo hacia los extremos.

En la columna vertebral se observan cuatro curvaturas, en el plano sagital y una en el frontal

Las curvas sagitales son de arriba hacia abajo; cervical, (convexa hacia adelante); dorsal, (cóncava hacia adelante); lumbar (convexa hacia adelante) y por último sacro-coccígea, (cóncava hacia adelante).

La capacidad de resistencia y la elasticidad de la columna vertebral están determinadas por las curvas sagitales.

Otra división que se puede dar a la columna vertebral está dada por las características que presentan las vértebras, una superior (cervical, dorsal y lumbar) con vértebras articuladas y otra inferior (sacro-coccígea) con vértebras soldadas.

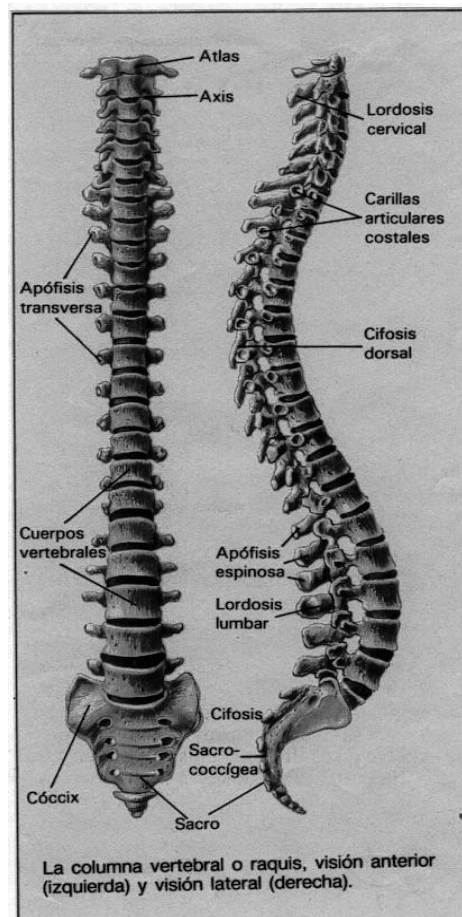


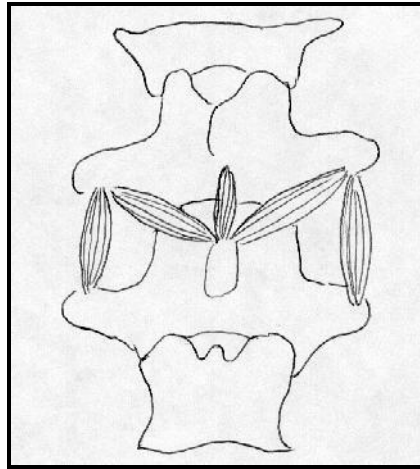
Figura 4.65. Columna vertebral

El conjunto cabeza-torax juega un rol importante en la captación sensorial específica (visión, audición y equilibrio) y es el punto de apoyo de los miembros superiores que nos sirve para alcanzar los objetos. Es entonces un elemento determinante de las posturas que una persona adopte en el puesto de trabajo para obtener una buena organización de éste. Además, participa en el confort permitiendo también una organización de los segmentos corporales activos y las informaciones útiles, así como la de los objetos a manipular.

La adopción de una postura corporal incorrecta en el puesto de trabajo lleva a acentuar el disconfor, la fatiga, las alteraciones crónicas (afección cérvico-braquial, dorsales y lumbares), etc.

Partimos de que la columna es flexible y está compuesta por un conjunto de unidades funcionales que tienen funciones de apoyo y/o movimiento, según su posición (inferior o superior) dentro de la espina.

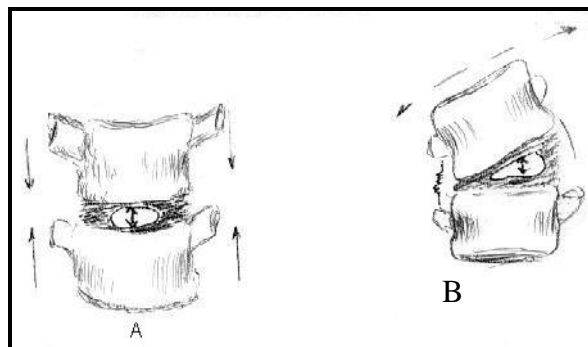
En la Figura 4.66. se ve una unidad funcional simple con funciones de apoyo y movimiento. Está compuesta por dos vértebras estabilizadas por los músculos y ligamentos interespinales, además los músculos rotatorios segmentales e intertransversos.



**Figura 4.66.** Unidad funcional simple con movimiento (articulación).

Cabe aclarar que dentro de la columna vertebral y rodeada por las vértebras se encuentra la estructura nerviosa denominada médula espinal, esta es una importante parte del cuerpo ya que es la prolongación del cerebro hacia abajo, de ella salen por los agujeros intravertebrales los nervios que van hacia los brazos y piernas

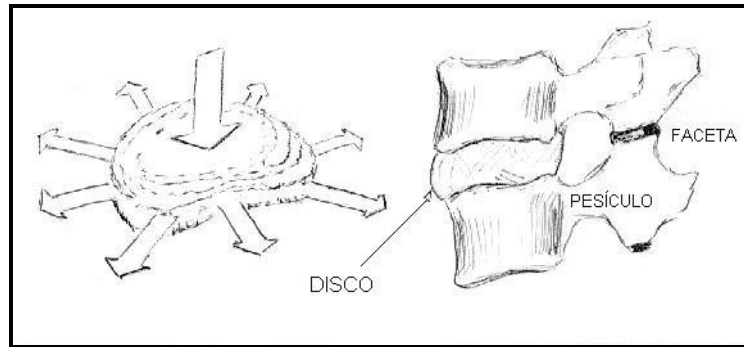
En la Figura 4.67. se observa, en forma esquemática las libertades de movimientos considerando que entre vértebra y vértebra hay un disco intervertebral. El disco intervertebral es un anillo fibroso elástico resistente a la compresión del núcleo contenido en el centro y contribuye a la separación normal de los cuerpos vertebrales.



**Figura 4.67.** (A) disco con presión interdiscal en el núcleo separa las vértebras, esta presión está contrarrestada por el anillo y los ligamentos longitudinales.

(B) La flexión y extensión se realiza por la deformación del núcleo y la elasticidad del anillo circundante.

El núcleo pulposo está constituido por un 80 % de agua, lo cual hace que tenga la característica de comportarse como un fluido bajo presión; como no puede ser comprimido se deforma gracias a la elasticidad del anillo que lo envuelve, de tal manera que al recibir un aumento de peso la columna, los anillos se deforman aplastándose y expandiéndose hacia los lados, por esta causa las vértebras se aproximan entre sí, pero al desaparecer el peso, el disco retorna a su forma original, como se observa en la Figura 4.68.



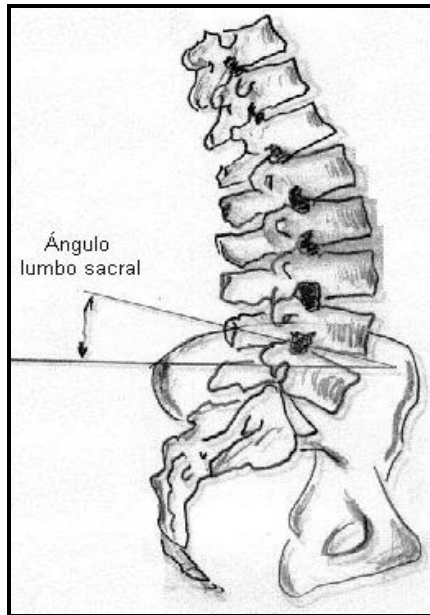
**Figura 4.68.**



**Figura 4.69.**

La columna vertebral es una estructura flexible y equilibrada, sobre una base móvil (sacra), posee, como se mencionó anteriormente, una serie de curvas las cuales varían en forma directa con el ángulo que describe el lumbosacro como se observa en la Figura 4.70





**Figura 4.70.**

Para mantener una postura erguida en posición de pie, el hombre necesita apoyarse como se observa en la Figura 4.68 sobre su ligamento longitudinal anterior y con las rodillas enganchadas en extensión y apoyando sus ligamentos anteriores de la cadera es decir el ligamento en “Y”, teniendo que sólo el tobillo no puede ser inmovilizado por los ligamentos, el gastrocnemio mantendrá el equilibrio de la pierna, que posee una inclinación hacia delante de alrededor de los 2° o 3°, el grupo gastrosoleo tira la pierna hacia atrás sobre el pie que está fijo al suelo. Para mantener erecta la columna es necesario realizar un constante esfuerzo muscular, para ello la columna se inclina en su ligamento longitudinal anterior, aumentando sus articulaciones posteriores; esta postura alivia el esfuerzo muscular momentáneo, pero luego se torna molesta por que las facetas posteriores no están preparadas para soportar peso en forma continua.

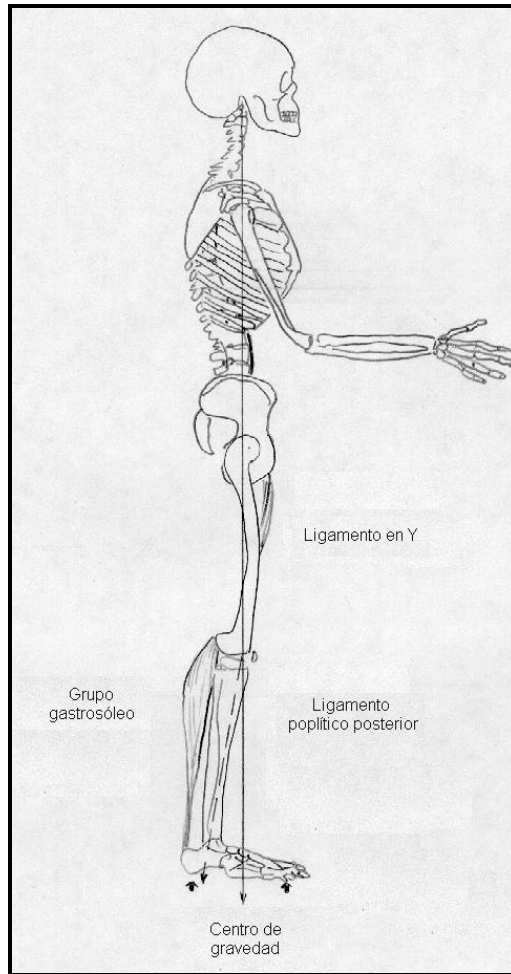


Figura 4.71.

Si bien la postura normal no exige ningún esfuerzo adicional, se hace molesta al permanecer en ella mucho tiempo. Esta molestia se denomina dorsalgia postural común estática o dicho de otra manera es el malestar que se genera por la posición de arqueado excesivo de la espalda. La misma la presentan personas habituadas a malas posturas, personas que por razones laborales permanecen mucho tiempo de pie, etc.

### LUMBALGIAS

La zona lumbar es la parte de la columna vertebral que ocasiona la mayor parte de las dolencias, esta se define como un dolor localizado entre el borde inferior de las costillas y el pliegue inferior de las nalgas, con o sin irradiación a las piernas (lumbociática)

Se denota que la mayoría de los casos son transitorios y que en el 40% de los casos el malestar dura una semana, pero tiene una elevada probabilidad de recurrencia.

#### NOTA

##### CLASIFICACIÓN DE LAS LUMBALGIAS

El hacer un análisis de las distintas afecciones que se generan nos lleva a efectuar una tabla para clasificar los distintos tipos de lumbalgias.

### ORIGEN DE LAS LUMBALGIAS EN EL TRABAJO

#### 1- DE ORIGEN MUSCULAR Y LIGAMENTOS

- a) Lumbalgia por fatiga de musculatura paravertebral.
- b) Lumbalgia por distensión músculo ligamento.

#### 2- DE ORIGEN EN EL SISTEMA DE MOVILIDAD Y ESTABILIDAD DE LA COLUMNA VERTEBRAL.

- c) Lumbalgia por ritmo lumbo-pélvico inadecuado.
- d) Lumbalgia por inestabilidad articular.

#### 3- DE ORIGEN DISCONGENICO.

- e) Protusión interdiscal del núcleo pulposo.
- f) Hernia de disco intervertebral.

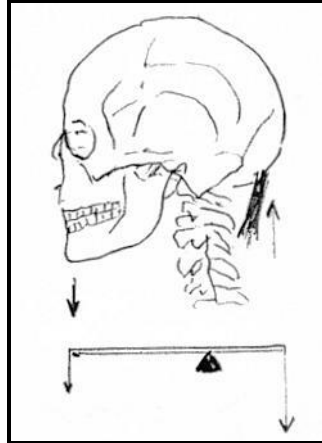
#### 4- DE ORIGEN PSIQUICO.

- g) Lumbalgia por conversión psicósomática.

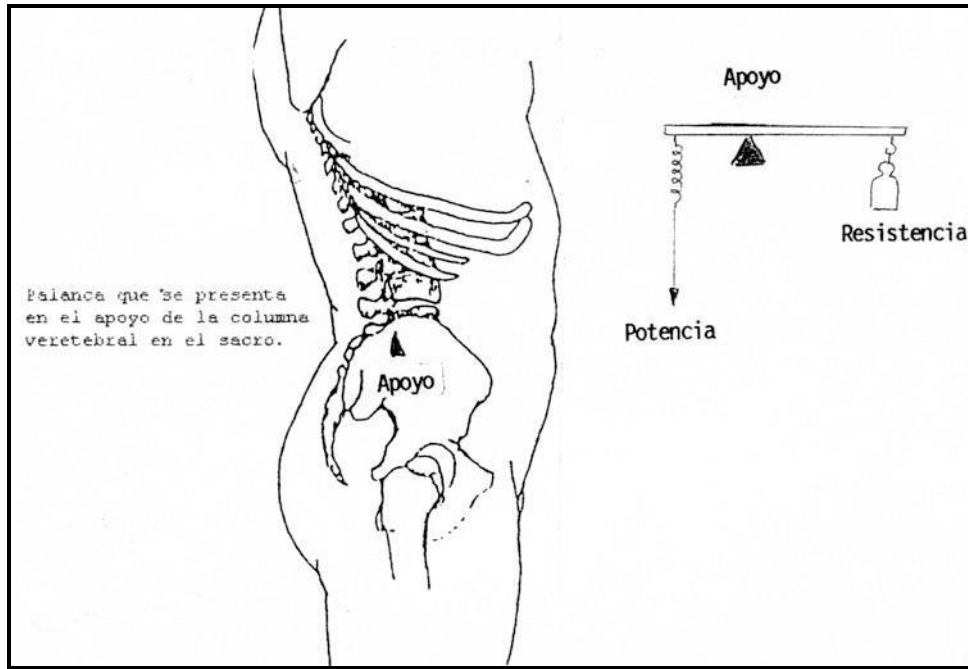
**Figura 4.72.** Clasificación general del origen de las lumbalgias en el trabajo

### COLUMNA VERTEBRAL Y LAS LUMBALGIAS DE ORIGEN MUSCULAR Y LIGAMENTOS

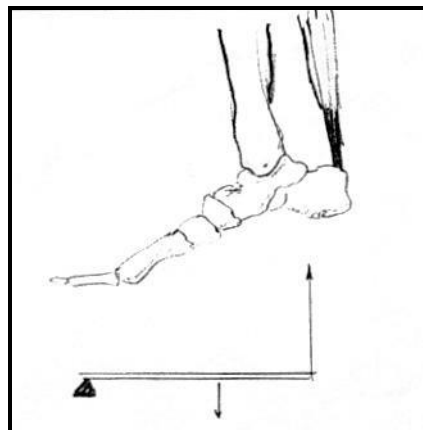
Para poder dar una idea simple nos remitiremos a la Figura 4.70., donde se representan los distintos tipos de palancas y las articulaciones que las contienen



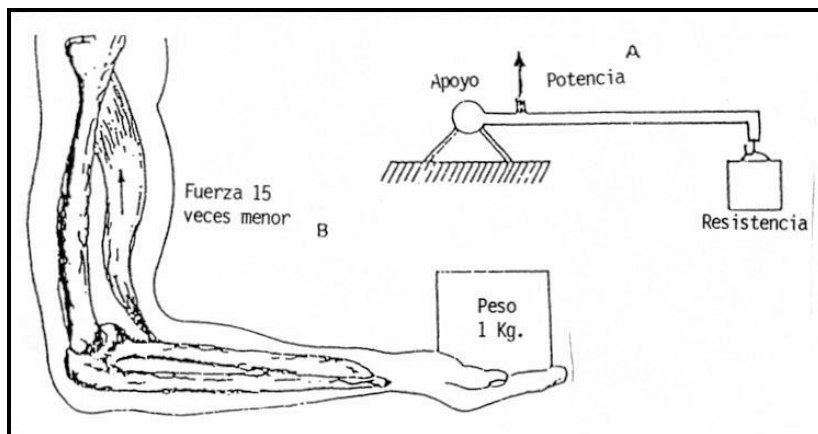
**Figura 4.73)** Palanca de primer género en el movimiento de la cabeza



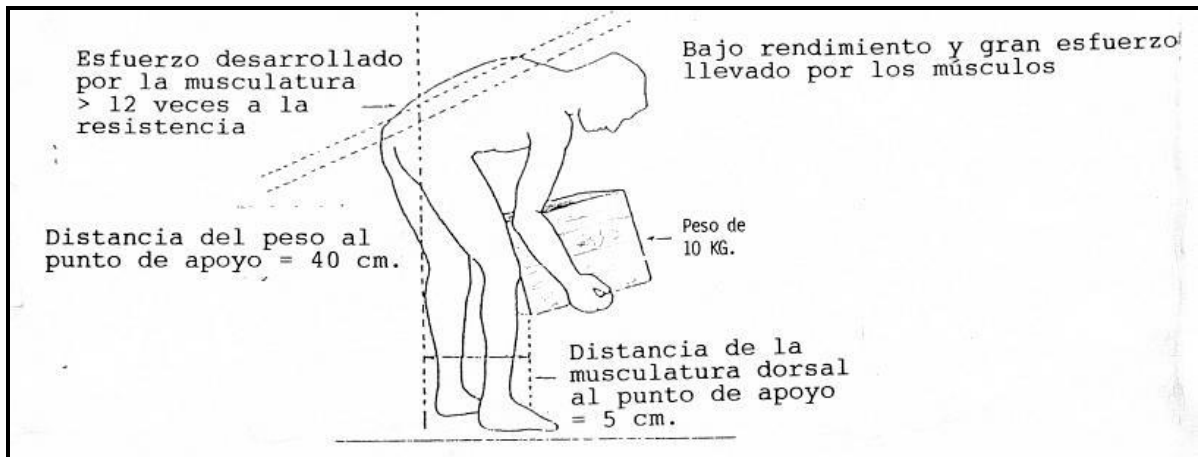
**Figura 4.74).** Ejemplo de palanca de primer género presente en las articulaciones posturales del organismo en este caso apoyo de la columna vertebral en el sacro



**Figura 4.75.** Palanca de segundo género en el movimiento del pie



**Figura 4.76.** Palanca de tercer género presente en las articulaciones del codo



**Figura 4.77.** Palancas en el cuerpo al levantar un peso

Para equilibrar la columna vertebral se utilizan diferentes curvaturas, las mismas son las siguientes recorriendo la columna de abajo hacia arriba:

1. Lordosis lumbar
2. Cifosis torácica
3. Lordosis cervical

La columna se afirma por medio del ligamento longitudinal anterior (la lordosis) y por el ligamento longitudinal posterior (la cifosis).

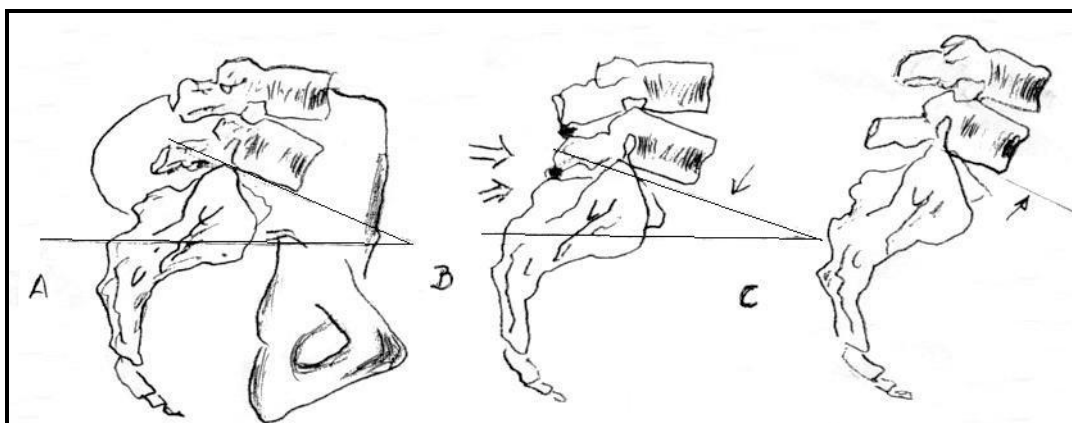
Según lo expresado nos encontramos con el problema de dorsalgia proveniente de malas posturas. Las causales no sólo resultan de trabajos en posición de parado sino también por tareas realizadas en posición de sentado (por no sentarse en forma adecuada).

En la Figura 4.75 se aprecian los distintos ángulos del lumbo sacro que puede adoptar el cuerpo al estar correctamente parado o sentado, o por lo contrario al adoptar una mala postura:

- Cerrado donde las facetas se separan a medida que el ángulo sacro disminuye
- Abierto donde al aumentar el ángulo las facetas tienen que soportar el peso, produciéndose frecuentemente por esta causa lumbalgia

#### *LUMBALGIA POR FATIGA MUSCULAR PARA VERTEBRAL*

Se produce por la posición curvada hacia los lados o excesiva en las lordosis o en las cifosis.



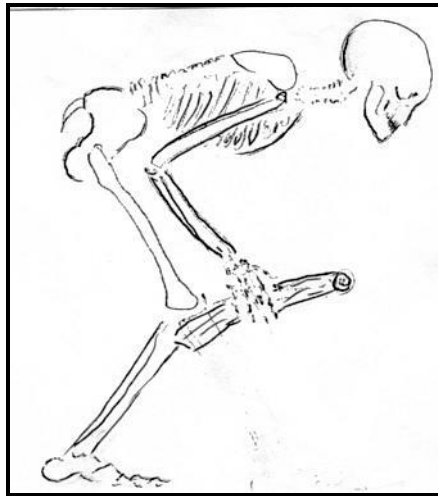
**Figura 4.78.** (A) Ángulo lumbo sacro normal, (B) Ángulo aumentado, (C) Ángulo disminuido

La solución al problema planteado consiste en reducir la lordosis reduciendo el ángulo lumbo sacro. Esto se logra sentándose en la posición correcta, en un asiento diseñado para permitir dicha posición.

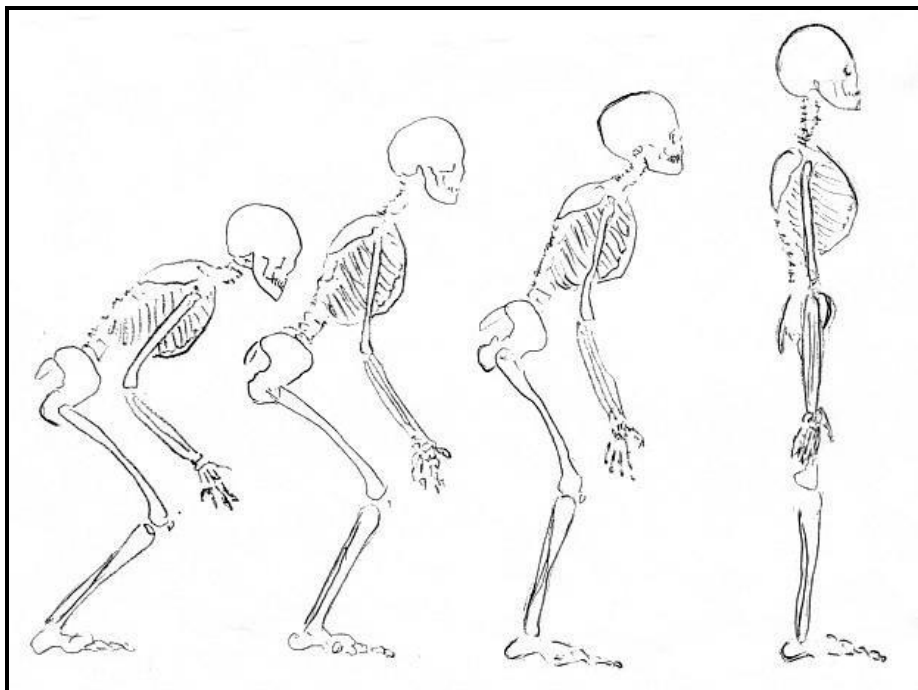
## CAUSAS DE ESTA LUMBALGIA

- Cuando el individuo trabaja sentado encorvado hacia adelante por imposibilidad de entrar las piernas; falta de apoyo, imposibilidad de relajamiento periódico; imposibilidad de apoyar los codos etc., por ejemplo: costureras, dactilógrafos, operadores de P.C., etc..
- Trabajos encorvados sin poder agacharse, como el albañil
- Cuando el trabajador está de pie encorvado operando una máquina.
- Cuando el trabajador sustenta peso estirándose o en forma hermética con respecto a la columna vertebral.
- El caso de trabajar en mesas o máquinas excesivamente altas.
- Cuando trabaja sentado con los elementos bajos.

En la Figura 4.79 se observa la manera incorrecta de levantar un peso. En la Figura 4.80. se ve la secuencia de levante correcto de un peso, (para un mejor análisis ver Figura 4.77)



**Figura 4.80.** Todo objeto que se levante debe hacerse lo más próximo al cuerpo y la pelvis debe girar por debajo de la columna vertebral y las flexionar rodillas de manera que la fuerza de levante se haga con las piernas.



**Figura 4.81.** Forma correcta de levante de un peso

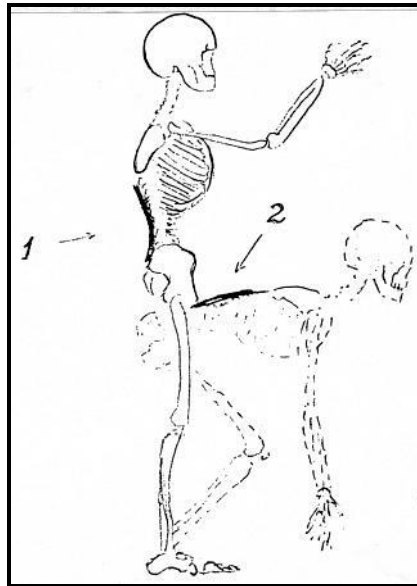
Es importante cuando una persona se inclina hacia adelante para realizar alguna acción, como entra en función la columna vertebral, para comprender como se originan los trastornos dolorosos

### LUMBALGIA POR RITMO LUMBO-PELVICO INADECUADO

La dirección del movimiento de cada segmento de la columna vertebral es determinada por el plano de las articulaciones posteriores, que están ubicadas en el plano sagital, permitiendo la flexión anterior y la extensión hacia atrás, por otro lado limitan las inclinaciones laterales y la rotación.

En la hiperextensión en la zona lumbar, se alcanza una lordosis superior a la normal limitada por oposición

En la Figura 4.82. se observa que el componente predominante es la rotación de la pelvis alrededor de las articulaciones de las caderas.



**Figura 4.82.** (1) Lordosis lumbar en posición erecta.  
(2) Inversión de la lordosis en la flexión, cuando hay rotación simultánea se produce el aumento del ángulo lumbo sacro.

El resultado de una inversión coordinada de la lordosis lumbar simultáneamente con una rotación de la pelvis es lo que se denomina ritmo pélvico lumbar.

Es frecuente en el trabajo y ocurre cuando:

- a) El trabajador resbala al caminar y por mantenerse de pie tuerce el cuerpo en su columna vertebral, pudiendo ocurrir una rotura de ligamentos o rotura de cápsula articular.
- b) en el caso de un esfuerzo para asegurar o atrapar algo con un brusco movimiento de rotación lateral.
- c) El trabajador lleva la carga de un lado del cuerpo obligando a desviar la columna.
- d) Dado el caso que se deba tomar una carga inaccesible, adoptando una posición anormal con la carga.
- e) Una persona con escoliosis, realiza un movimiento de levantar con el torso curvado (comprimiendo los miembros inferiores, rigidez de los músculos isquio-tibiales o la musculatura paravertebral, rigidez coxo-femoral o alteración sacro-iliaca).

Podemos decir que la lumbalgia de este tipo se debe a una falla en el movimiento de la columna vertebral, ya sea en la flexión o en la reextensión

Puede ocurrir que los tejidos sean inflexibles, o que exista una falta de coordinación como consecuencia de un movimiento defectuoso, por costumbre, mala educación en el manejo del cuerpo, o directamente una mala conformación del puesto de trabajo, herramental o medios de elaboración.

Ocurre que cuando un individuo se inclina para adelante, el centro de gravedad se desplaza, cambiando el compromiso de los ligamentos para mantener en equilibrio el cuerpo; los músculos

extensores de la columna vertebral y las caderas son los que permiten la inclinación y retención en la posición deseada, mientras que los ligamentos evitan flexiones adicionales.

El retorno a la posición erecta se efectúa con el mismo grupo de músculos; durante la erección del cuerpo, la columna vertebral recobra la lordosis lumbar mientras que la pelvis cambia su rotación por la inversa, lo cual es el reverso del ritmo pélvico lumbar, los tejidos blandos a los que se le ha restringido su elasticidad impiden la flexión total, originando dolor, esto es muy común en las personas que tienen tareas sedentarias y pasan de un día para otro a hacer tareas en las que comprometen la flexión del cuerpo; es el caso típico del administrativo que en el fin de semana hace un deporte o tareas de mantenimiento en su hogar.

En las Figuras 4.80 y 4.81 se representa la problemática planteada

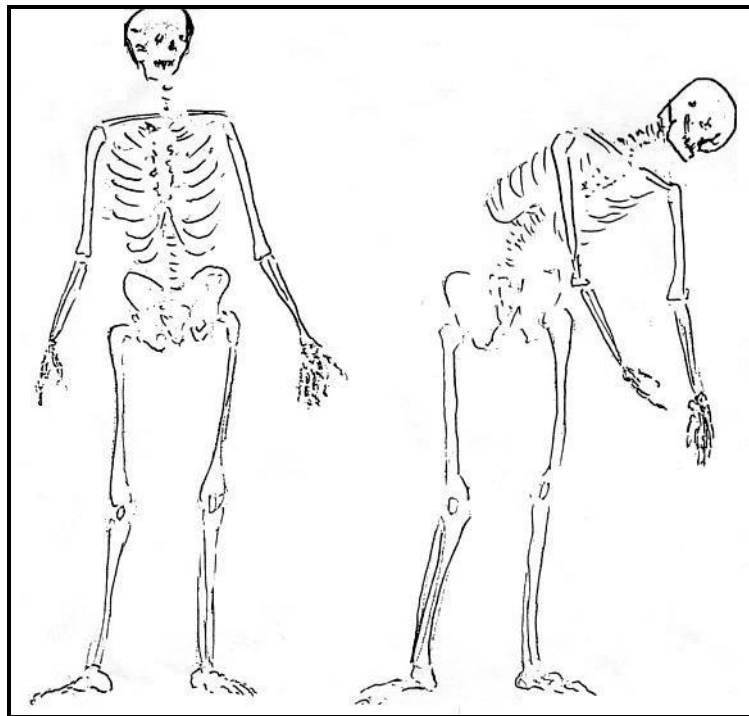
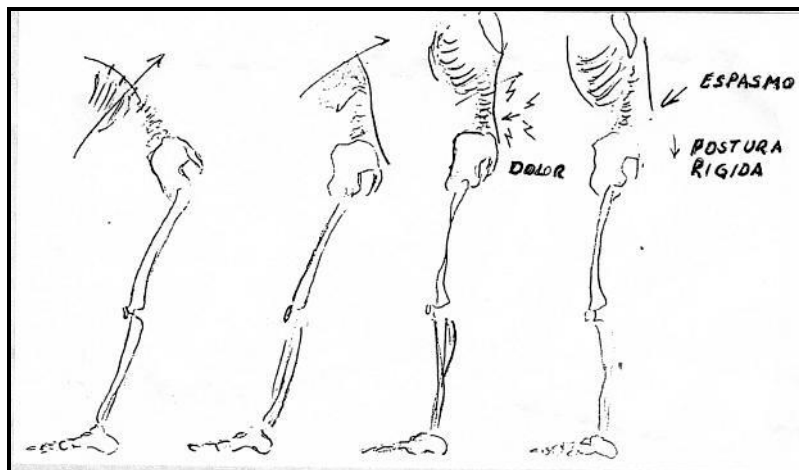


Figura 4.83.

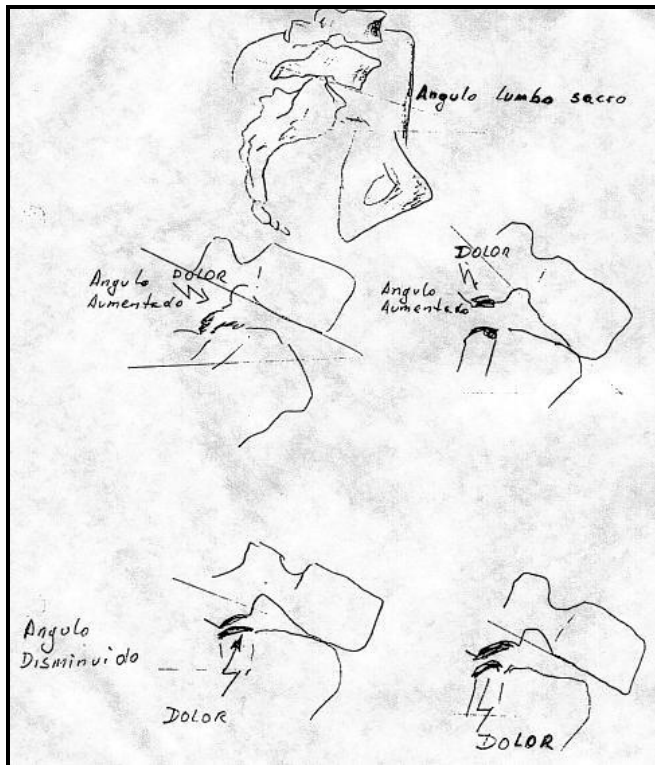


**Figura 4.84.** Generación del dolor, al retornar a la posición normal, luego de una lordosis excesiva

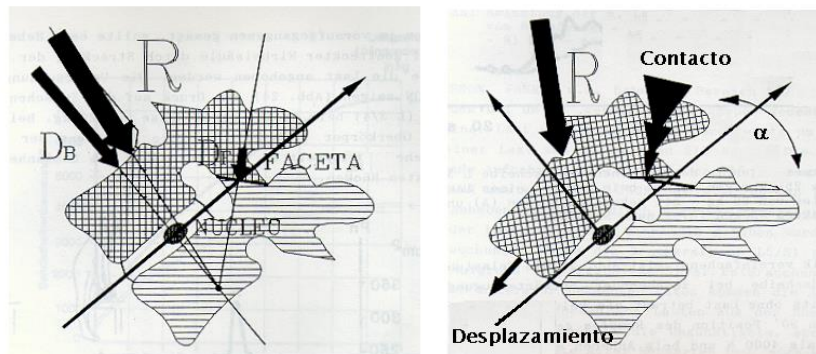
*LUMBALGIA POR INESTABILIDAD ARTICULAR DE LA COLUMNA VERTEBRAL.*



En la unión Lumbosacra es un punto importante, por ser la articulación y el punto de apoyo de muchos movimientos del tronco sobre los miembros inferiores (L5-S1).



**Figura 4.85.** Disminución de espacio entre L5 y S1, deslizamiento anterior de L5 sobre S1



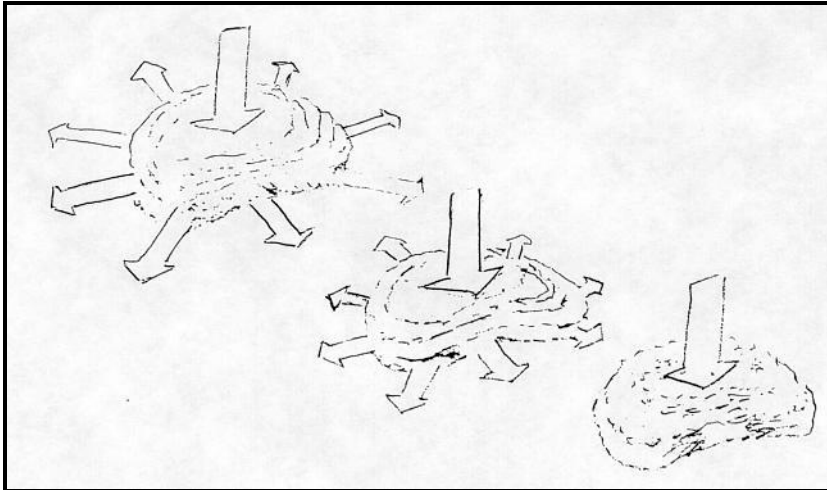
**Figura 4.86.** En el esquema de la izquierda se observa la dirección  $D_b$  de la fuerza sobre el eje de las vértebras y el desplazamiento de la resultante de carga en una persona ligeramente encorvada, a la derecha se observa la resultante de un sistema de fuerzas (peso del tronco, peso de la cabeza, peso de los brazos y carga llevada con los brazos) estando encorvado, se aprecia el desplazamiento de la vertebral y el efecto sobre las facetes

**SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO DE CARGAS Y LAS LUMBALGIAS DE ORIGEN DISCONGENICA.**

Los discos intervertebrales son las estructuras que amortiguan las cargas y choques; además de soportar peso y limitar los movimientos excesivos. Contribuyen a dar la característica de estructuras semifija y semimóvil de la columna, a través del amarre fibroso de una vértebra con otra; el amortiguamiento de las cargas lo hacen a través del núcleo pulposo, el cual consta de un núcleo central de consistencia gelatinosa y un anillo fibroso que rodea al núcleo y se inserta en toda la circunferencia.

La parte superior y la inferior están formadas por capas cartilaginosas que se encuentran unidas alrededor de la vértebra.

El núcleo pulposo es elástico e incomprensible por su constitución con gran cantidad de líquido (agua), tiene la función de distribuir en forma pareja las fuerzas que accionan sobre él.



**Figura 4.87.** Función normal del disco intervertebral; con el envejecimiento, el disco pierde la propiedad de distribuir radialmente la fuerza que incide sobre él.

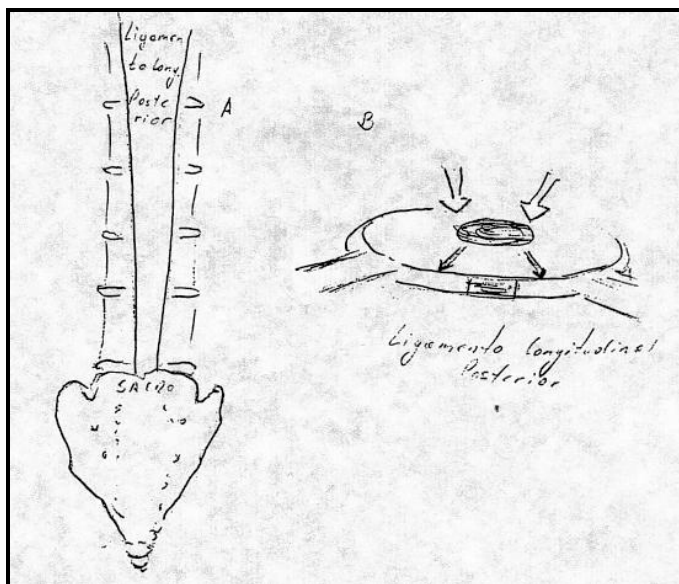
LUMBALGIA POR ROTURA INTERDISCAL DEL NUCLEO PULPOSO.

Aparece cuando:

- a) El trabajador toma o manipula una carga muy pesada con el tronco flexionado.
- b) El caso de tomar o manipular una carga con el tronco en flexión lateral o rotación.

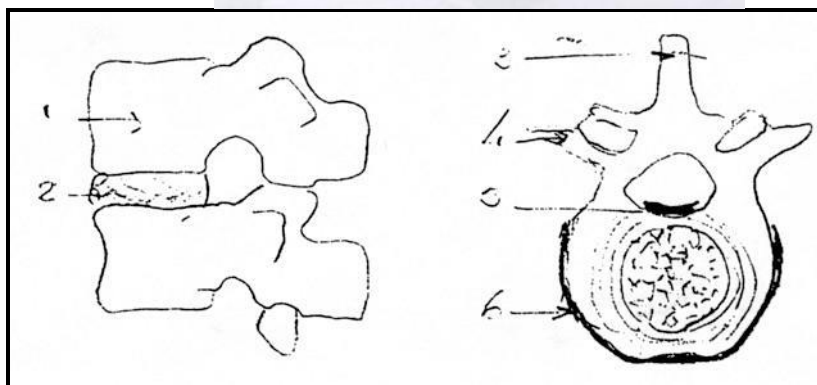
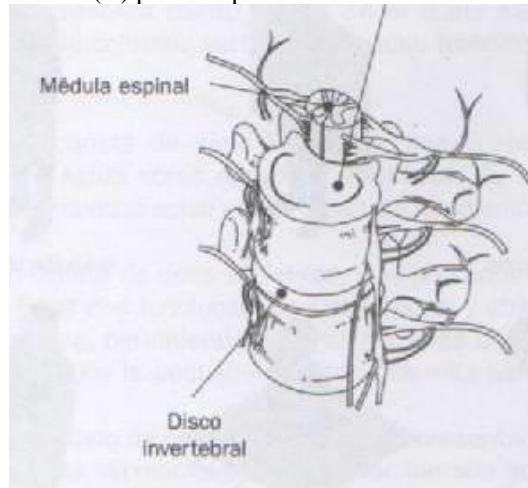
HERNIA DE DISCO INTERVERTEBRAL

Se produce por mover cargas en forma asimétrica donde el núcleo pulposo se hernia en los laterales, en la zona que no hay protección de ligamento longitudinal posterior, donde puede o no comprimir la radícula nerviosa. Se presenta mayormente en L5 y S1 y en segundo lugar entre L5 y L4, en otros discos es muy rara.



**Figura 4.88.**

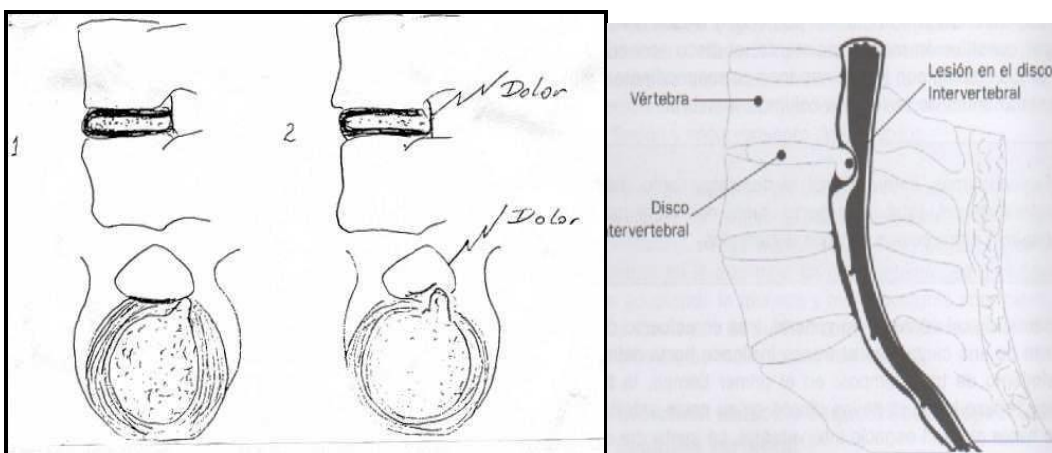
En la Figura 4.88 se tiene que el punto frágil de la columna. El afinamiento cráneo-caudal de ligamento longitudinal posterior (A) permite que lateralmente la resistencia de disco sea menor (B).



**Figura 4. 89.** Unidad estructural de la columna lumbar

- 1- Cuerpo vertebral
- 2- Disco intervertebral
- 3- Apófisis espinosa
- 4- Apófisis transversa
- 5- Ligamento longitudinal común posterior
- 6- Ligamento longitudinal común anterior

Las lesiones del disco intervertebral aparentemente no producen dolor, pues pese a la existencia de terminales nerviosas no se ha podido demostrar la transmisión sensorial de ellas, salvo en el caso como se indica en la figura 4.87 donde se observa un desgarro con protusión del núcleo.



**Figura 4.90** 1- Desgarro no doloroso del anillo  
2- Desgarro con propulsión del núcleo y compresión de estructura sensible con presencia de dolor

NOTA:

En la columna vertebral se produce además de las lumbalgias

1- Contracturas musculares

2- Lumbociáticas y otros síndromes causados por compresión de las raíces o los nervios que salen del canal medular por el agujero de conjunción, es por ejemplo el dolor producido por el nervio ciático que parte de la columna t se irradia por la cara posterior del muslo, la pierna hasta llegar al pie.



**Figura 4.91** Afecciones de los nervios por hernia

LUMBO-CIATALGIA

La hernia que se produce entre la C4-C5 o bien entre C5-S1 la cual tiene como característica el dolor causado por la presión en el nervio ciático, se inclina en la región lumbosacra y se irradia a lo largo de la cara posterior o externa del músculo y de la pantorrilla hasta el pie y sus dedos (territorio del nervio ciático) Se produce por mover cargas en forma asimétrica donde el núcleo pulposo se hernia en los

FRACTURA VERTEBRAL

Esta so poco frecuentes y provienen por accidente. Los arrancamientos por fatiga de los apófisis espinosas se produce en las tareas de carga

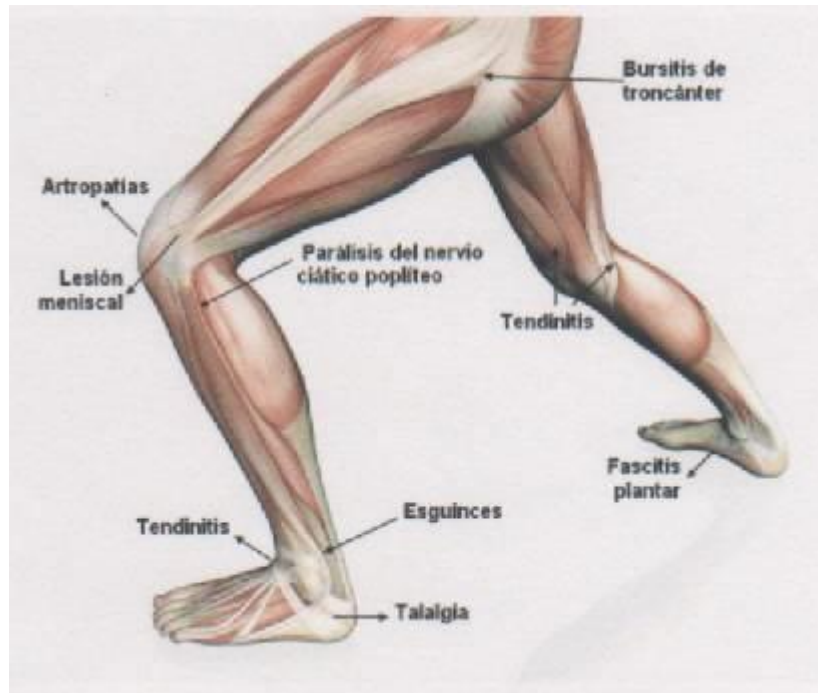
DOSALGIAS

Esta se puede producir en cualquier segmento dorsal, se manifiesta como un dolor que suele irradiarse en el sentido anterior que parecen patologías torácicas orgánicas

**4.3.6. Miembros inferiores**

Las piernas (los miembros inferiores), tienen la misión de sostener al resto del cuerpo y efectuar su traslación por lo que es frecuente los cuadros de dolor secundario a traumatismos y sobrecargas del segmento corporal especializado en la locomoción, son comunes en la práctica deportiva por lo que se hace muy difícil poder diferenciarlos de los de origen laboral

Los trastornos músculo esqueléticos de los miembros inferiores son los de incidencia menor en lo laboral,



**Figura 4.92** Afecciones de los miembros inferiores

Dentro de las afecciones más comunes podemos mencionar:

- Las agujetas denominadas así por la sensación que da “agujas clavadas). Es un dolor muscular que se genera después de haber realizado movimientos y esfuerzos inusuales, con desaparición tras pocos días, se debe a microrupturas de fibras musculares con una leve inflamación
- Las lesiones de mayor frecuencia están localizadas en las rodillas y se deben a alteraciones en el cartílago, en los meniscos o por la aparición de bursitis rotuliana. Se generan por trabajo de rodillas o cuclillas fundamentalmente en períodos mayores a 2 horas al día o por golpeteo repetido más de 10 veces al día.
- Las neuropatías por atrapamiento como la compresión del ciático poplíteo externo, se da alrededor de la cabeza perineal y produce dolor e hipoestesia en la cara antero externa de la pierna y el dorso del pie junto con parresia de los músculos extensores del pie.
- También aparecen dolores irradiados por irradiación nerviosa como los de origen lumbar, que son las ciatalgia, las radiculopatías, etc.

### RODILLA DE FREGONA

Se produce en ambos discos (de forma de herradura) del cartílago del menisco de las rodillas por lo general se produce un desgarramiento en el menisco o en el lado interior de la rodilla, esta lesión es causada por torcer cuando están dobladas las rodillas lo que impide mover en forma adecuada los pies

### TENDINITIS DEL TENDÓN DE AQUILES

Lo produce la carga en exceso del tendón, produce hinchazón y puede derivar en procesos degenerativos del propio tendón y de los tejidos circundantes

**Nota:**

**En el caso particular de la minería se tiene:**

**Enfermedades osteo-articular o agineurótica provocadas por vibraciones mecánicas**

- **Trabajos con herramientas portátiles (martillos neumáticos, perforadoras, motosierras, etc.)**

- Máquinas fijas (prensas, equipos de triturar, etc.)

#### **Enfermedades de las bolsas cerosas debido a presión, celulitis subcutánea**

- Bursitis pre rotuliana del minero que trabaja arrodillado
- Bursitis glútea del minero
- Bursitis de la apófisis espinosa de C-/ y su acromio deltoides del minero
- Bursitis retrocalcanea del minero

#### **Enfermedades por fatiga de las vainas tendinosas, del tejido peritendinosos, de las inserciones musculares y tendinosas en los huesos**

- Periostitis del minero de cantera

#### **Lesiones del menisco en las minas y trabajos subterráneos**

- Trabajos en galerías y túneles

#### **Arrancamiento por fatiga de las apófisis espinosas**

- Trabajos con manipulación de cargas pesadas o por apaleo

#### **Parálisis de los nervios debida a la presión**

- Parálisis del nervio cubital o del mediano por el uso de herramientas mecánicas
- Parálisis de los nervios del serrato mayor, angular, romboidal circunflejo, por manipulación repetida sobre la espalda de objetos pesados y rígidos
- Parálisis del nervio ciático poplíteo externo por posición prolongada en cuclillas

#### **Nistagmus de los mineros**

- Trabajos en el fondo de las minas

### **4.3.7. Esfuerzos**

Se considera que una persona está haciendo un esfuerzo cuando:

- Cuando se efectúan esfuerzos al empujar, levantar, tirar, lanzar objetos y/o falsos movimientos, es posible sufrir lesiones en la espalda, por los siguientes factores primarios de riesgo:
  - Fuerza.
  - Repetición.
  - Posición incorrecta.
  - Tiempo.
  - Actividad poco común.
- El personal cuyas tareas incluyen estos factores debe realizar los movimientos en forma armónica, evitando las rotaciones de la zona lumbar, y fundamentalmente no hacer esfuerzos cuando se encuentre encorvado.
- Deberá cuidarse de no hacer esfuerzos cuando no se pueda adoptar una posición firme y segura.
- Cuando el esfuerzo a realizar supere la capacidad física de un trabajador, éste deberá solicitarla ayuda de otras personas.

Son factores de riesgo que se relaciona con la aparición de lumbalgias ocupacionales son:

- Manejo de pesos mayores a 12 kg
- El manejo de cargas importantes (levantamiento, desplazamiento, sostenimiento o transporte), cuando la misma excede la capacidad física de la persona (puede generar lesiones o contracturas muscular)
- Trabajos en posición de sentado, sobre todo si se hacen esfuerzos
- Movimientos de torsión o giro, fundamentalmente si no se respetan las normas o la persona no es lo suficiente fuerte
- Flexión y extensión frecuentes o por tiempo prolongado (mantenidas)
- Se le agrega laterización de la columna
- Posturas continuas (sostenidas) en posición no neutral de la columna vertebral (posturas estáticas)



- Estar sometido a vibraciones (la columna entra en resonancia entre los 3 y 5 herzt, que es la que producen los vehículos con motor de combustión interna en regulación)
- Obesidad fundamentalmente por la carga abdominal, que obliga a adoptar lordosis pronunciadas
- Embarazos que también obliga a adoptar lordosis pronunciadas



**Figura 4.93** Postura lórdica por obesidad

#### **4.3.7.1. Manejo de cargas. (*Método de manipuleo*)**

El 90% de todas las actividades consisten en manipuleo de materiales y en general aproximadamente un 25 % de los accidentes mayores provienen de este tipo de trabajo.

Siempre hay una forma correcta de manipular materiales, de tal manera que los trabajadores estén adecuadamente protegidos contra lesiones, pudiendo realizar las operaciones en forma efectiva. Hay también muchas formas incorrectas de realizar dicho trabajo y en donde los trabajadores se ven expuestos innecesariamente a lesiones y operaciones pesadas durante mucho tiempo. Por tal razón se recomienda:

- Antes de efectuar cualquier movimiento de materiales se debe verificar el correcto estado del camino a recorrer firme y libre de obstáculos, cuando se deba caminar por encima de las mallas y/o armazones, se tiene que hacer por la parte menos riesgosa).
- Mantener los materiales en movimientos uniformes, es decir no hacer movimientos bruscos o de giros rápidos con carga, tampoco hacer esfuerzos para arrojar o lanzar a distancia pesos pesados.
- Cuando se deban mover pesos muy grandes en los que fuera necesario más de una persona, se debe hacer una coordinación de los movimientos del grupo para evitar esfuerzos inapropiados.
- No hacer manipuleos innecesarios.
- Eliminar en lo posible el levantamiento manual de los objetos.
- Reducir las distancias de transporte con carga tanto como sea posible.
- Solicitar equipo especial de manipuleo o transporte donde sea pertinente.

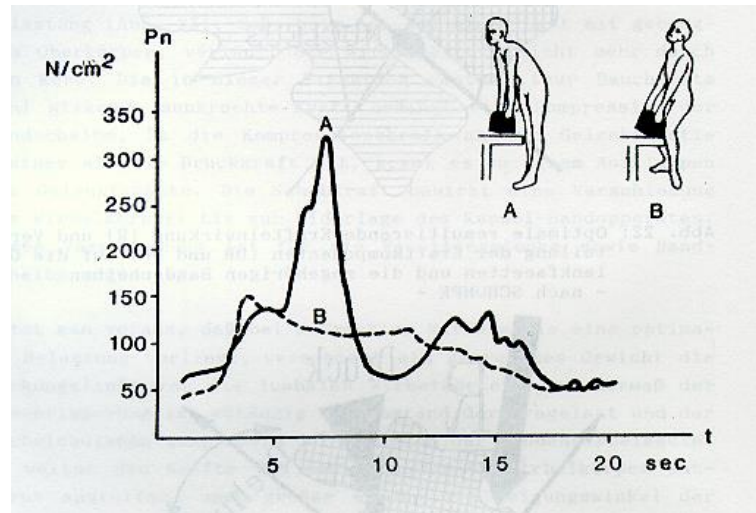


Figura 4.94. Dado el caso (A o B) presión en  $N/cm^2$  en función del tiempo sobre la L5-S1

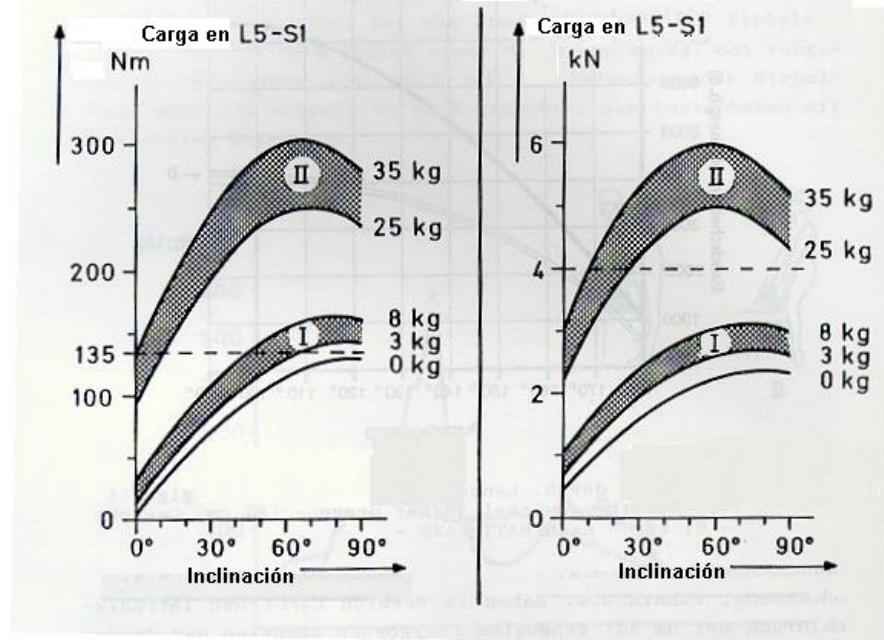
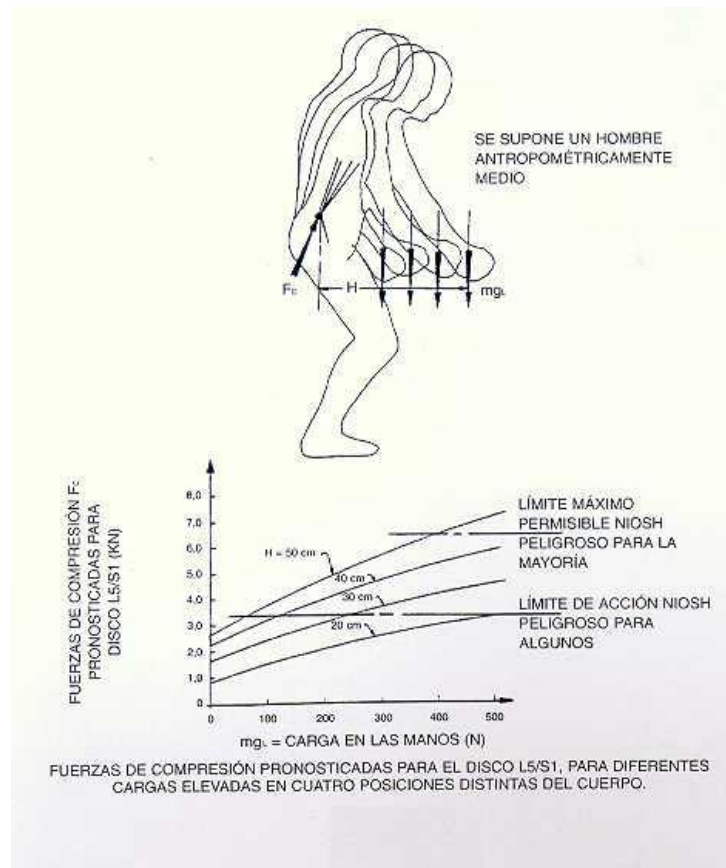


Figura 4.95. Carga según la inclinación en la L5 - S1

Si se enfrenta el problema del levantar de cargas partiendo de lo tratado anteriormente y trabajando con el modelo bidimensional estático de Chaffin y Andersson de 1984 el cual como se ve en la Figura 4.96 relaciona el peso del objeto y la distancia existente entre L5 - S1 y el centro de gravedad de la carga (el cual no siempre coincide con el de las manos, lo cual es siempre deseable), para determinar la compresión en el disco anteriormente mencionado.

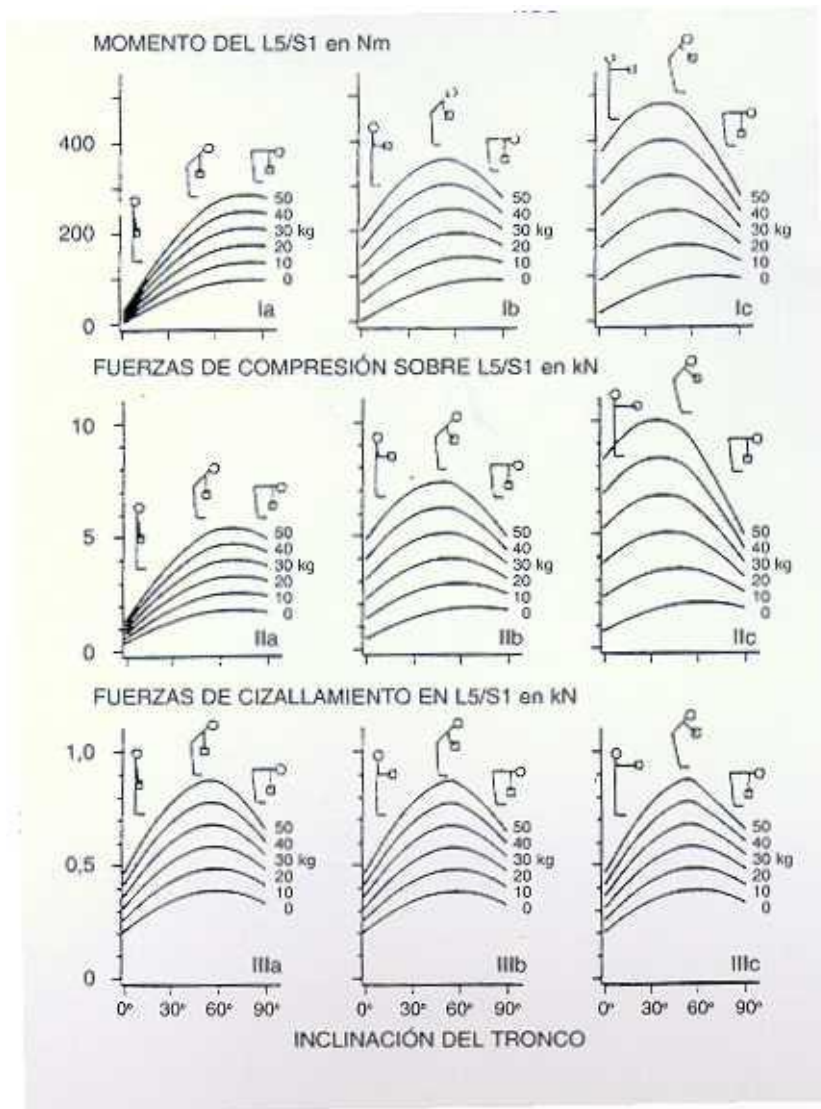




**Figura 4.96 (MAPFRE)**

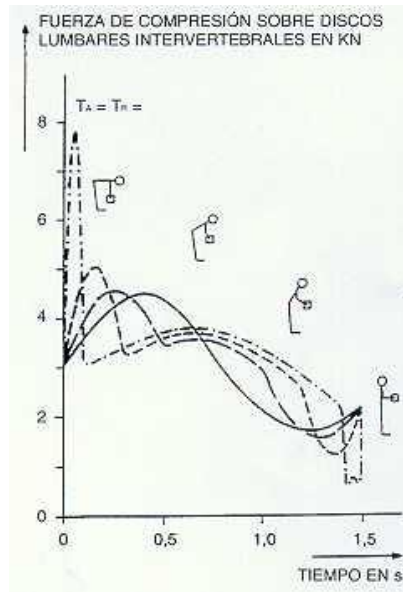
Además, existen muchos otros modelos los cuales son tratados en forma asidua por diversos autores, Rohmer, Schmidtke, etc., uno de ellos es el de Jaeger usado por MAPFRE, este es tridimensional, el que consta de 19 segmentos corporales y 18 articulaciones como se observa en la Figura 4.97

La figura consta de tres grupos de diagramas, los cuales señalan los momentos lumbosacros para distintas cargas en relación a la inclinación corporal (flexión).



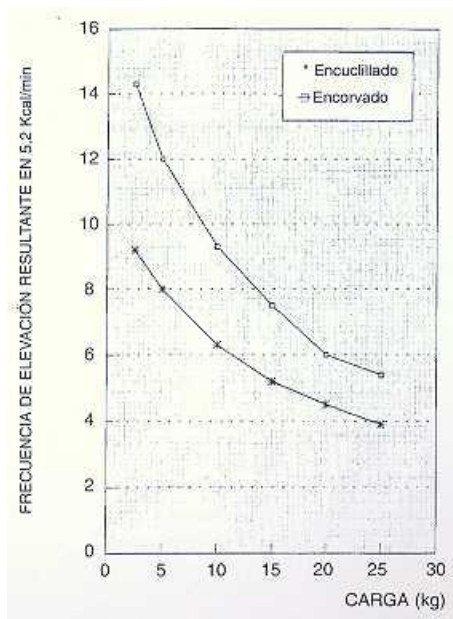
**Figura 4.97**

Jaeger realizó una serie de experiencias las cuales se encuentran graficadas como se ve en la Figura 4.98 en la cuál representa la fuerza de compresión sobre los discos lumbares en KN, en función del tiempo, en él se ve un primer pico que corresponde al momento de toma de la carga (ver también la Figura 4.94), cuando se deja la carga se ve en el punto opuesto.



**Figura 4.98**

Gang y Herrin determinaron en el año 1979 la frecuencia de elevación de cargas las cuales se presentan en la Figura 4.99, la misma es el resultado de una serie de experiencias que tienen ese limitante (hombre de 77 Kg de peso que eleva desde el suelo hasta una altura de 81 cm un peso determinado, asumiendo que posee una tasa metabólica de 5,2 kcal/h), pero que da una interpretación apta para considerar en los distintos casos de análisis de carga en puestos de trabajo. Esto fue aplicado luego en el desarrollo del método Moor Gang.



**Figura 4.99**

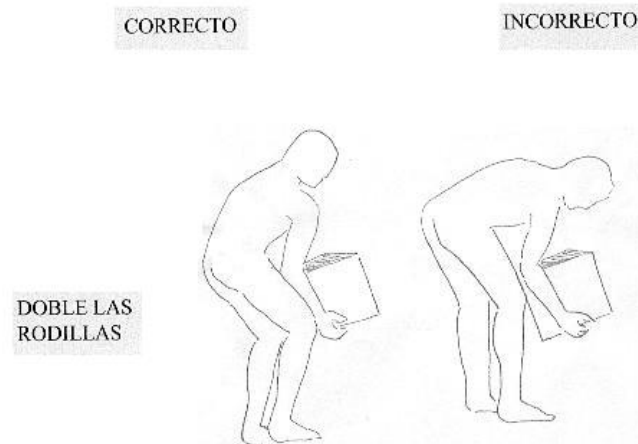
Prácticamente todas las lumbalgias y hernias que se registran a raíz de levantar pesos se deben a que la tarea fue realizada en forma inadecuada. Por lo tanto, las personas al levantar o hacer un esfuerzo equivalente deben tener en cuenta la siguiente:

- 1- Para levantar un objeto desde el suelo o desde algún nivel bajo no se debe hacer inclinado, se debe efectuar agachado (ponerse en cuclillas).
- 2- Hay que mantener la espalda recta y erguida. Su cintura y espalda son vulnerables, por lo tanto, cuando deba levantar materiales con las manos, nunca curve la espalda.
- 3- Al levantar hay que flexionar las rodillas.
- 4- Para levantar hay que hacer fuerza siempre con las piernas, nunca con la espalda
- 5- Cuando el peso sea grande o difícil de manejar, solicite ayuda, no lo haga solo.
  - a) Elegir el número de personas de acuerdo al peso a levantar.

- b) En lo posible, tendrán estatura y contextura física pareja.
  - c) Cada uno conocerá previamente los movimientos de la maniobra y ocupará la posición correcta.
  - d) Sólo una persona estará a cargo de dar las órdenes.
- 6- Nunca levante un peso que no pueda hacerlo en forma segura.
  - 7- Inspeccionar la carga.
  - 8- Verificar que cuando se levante, o mueva no se produzca ningún movimiento de los elementos que pueda tocar, de los que hay en derredor, como por ejemplo caños, ladrillos, maderas, puntales etc. y estos caigan o resbalen para abajo y golpee los pies o piernas de alguna persona, o causen un daño mayor
  - 9- Pararse en lugar firme.
  - 10- Mantener la carga cerca del cuerpo.

En la Figura 4.98 se presentan las formas de levantar elementos pesados.

MANTENGA LA ESPALDA LO MÁS CERCA A LA VERTICAL QUE PUEDA



**Figura 4.100.** Forma de levantamiento

Pese a que uno no le presta atención, en el transcurso del día, para efectuar las labores se utiliza mucho las manos, independientemente de las herramientas existentes en el lugar de trabajo, como, por ejemplo, para accionar cambios del camión, acople y desacople de caños, para manejar caños, etc.; por ello, lo primordial es considerar que **son las herramientas más preciosas** con las que cuenta el hombre. Hay que darles la mejor protección, además de respetar los consejos e instrucciones. Lo importante es **APLICAR LOS PROPIOS CONOCIMIENTOS SOBRE LA BASE DE LA EXPERIENCIA, PARA ASEGURARSE EL PROPIO BIENESTAR**, adoptando en todo momento posiciones seguras.

Liberty Mutual publicó los trabajos de S. H. Snook, en forma de tablas, las cuales poseen los límites fisiológicos a los cuales puede exponerse una persona sin sufrir daño en una jornada normal de trabajo. En estas tablas se considera que la persona tiene entrenamiento previo, de no ser así los límites son inferiores a los tabulados.







Tabla 4. Pesos máximos aceptables de descenso de carga para hombres (kg)

Anchura	Distancia	Percentil	Nivel suelo a altura mano Una elevación cada						Altura mano a altura hombro Una elevación cada						Altura hombro a alcance Una elevación cada																																	
			5	9	14	1	2	5	30	8	h	5	9	14	1	2	5	30	8	h																												
75	51	50	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100
		25	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100
		25	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100
		25	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100
		25	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100
		25	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100
		25	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100
		25	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100
		25	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100
		25	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100
25	10	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	100		

Ancho de caja (dimensiones desde el cuerpo) (cm). Distancia vertical de elevación (cm).  
 Porcentaje de población industrial. Los valores en itálica exceden de los criterios fisiológicos para 8 horas.

Figura 4.101c



Tabla 5. Pesos máximos aceptables de descenso de carga para mujeres (kg)

Anchura	Distancia	Porcentaje	Nivel suelo a altura mano Una elevación cada										Altura mano a altura hombro Una elevación cada										Altura hombro a alcance Una elevación cada															
			5	9	14	1	2	5	30	8	h	5	9	14	1	2	5	30	8	h	5	9	14	1	2	5	30	8	h									
75	51	80	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		75	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		70	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		65	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		60	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		55	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		50	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		45	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		40	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		35	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
30	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		

Ancho de caja (dimensiones desde el cuerpo) (cm). Distancia vertical de elevación (cm).  
 Porcentaje de población industrial. Los valores en itálicas corresponden a los entornos fisiológicos para 8 horas.

Figura 4.101d

El desplazamiento con carga también es un problema serio ya que es en gran parte responsable de muchos accidentes por lo que se hace necesario tener cocimiento que las últimas extremidades del cuerpo, las piernas y pies. Aquí surgen los desgarros esguinces, roturas de ligamentos, etc. debido simplemente a que la pierna no rota y solo flexiona hacia delante. Todo movimiento de giro está trabado en la cadera si uno rota abruptamente con los pies clavados en el piso, se corre el riesgo de producir lesiones en la cadera, rodillas, o tobillos. Para evitar esto se debe girar, levantando los pies o rotando sobre los tacos como lo hacen los militares

Para prevenir lesiones musculoesqueléticas se debe tener en cuenta los consejos que se proponen que corresponden a los factores de riesgo que más influencia tiene sobre la probabilidad de padecer una lesión musculoesquelética. Cuando se identifique alguna situación en la que no se cumplen dichos consejos, se sugiere analizar con más detalle la tarea, cuantificando con precisión el nivel de riesgo. Para ello existen diferentes alternativas y procedimientos



El automatismo y *falta de atención* es una actitud mental en la que el trabajador adormece su razonamiento, es cuando los movimientos son casi mecánicos; el trabajador se ocupa con pensamientos particulares ajenos a la operación. A partir de allí su seguridad depende de lo bien que haya adoptado su ritmo a la misma. No se debe dudar que el automatismo y la falta de atención también producen accidentes en el hogar y en el camino desde y hacia él.

El automatismo en las tareas de patio de carga es un llamado a los accidentes, el no mirar por donde se camina, no prestar atención a las indicaciones de sus compañeros o al movimiento de los vehículos

### **Cooperación**

Las empresas están sumamente interesadas en prevenir accidentes, por ello solicitan sugerencias de todo tipo al personal, y donde sea posible se adoptan, o se comunica por que sus ideas no pudieron ser usadas en esa oportunidad o momento.

### **Manejo manual de cargas**

Las lesiones por sobre esfuerzo que se dan fundamentalmente en la espalda están asociadas al levantamiento y manipulación de objetos pesados. Para evitarlas es necesario controlar que los obreros no se enfrenten ante esas situaciones:

- 1- Cuando se levanten cargas pesadas (más de 10 kilos) aunque sea ocasionalmente.
- 2- Cuando se manejen objetos de peso medio, pero a frecuencias relativamente elevadas (más de una vez por minuto).
- 3- Cuando se trate de tareas muy repetitivas con una frecuencia superior a cinco veces por minuto, además de evaluar la tarea desde el punto de vista del sobre esfuerzo, deberá analizarse desde la perspectiva de los movimientos repetitivos, ya que puede haber riesgo de lesión en el cuello, los hombros o en el miembro superior.

Para ello, debe evitarse una serie de factores y situaciones. Si se presenta alguno de los tres primeros, es conveniente efectuar un análisis más detallado de la tarea, porque el riesgo podría ser inaceptable. Una buena manera de comenzar con una investigación que ofrezca datos importantes y significativos requiere de preguntas oportunas.

- ¿Se levantan objetos que pesan más de 25 kilogramos?
- ¿Se manipulan cargas con una frecuencia superior a cuatro veces por minuto? En este caso debería reducirse la duración de la tarea, alternándolo con otras sin manejo de cargas.
- ¿Se separa la carga más de 25 centímetros del cuerpo? A esta distancia, el límite de carga recomendable disminuye aproximadamente a la mitad. Especial atención a las tareas de manejo de cargas en postura sentada.
- ¿Se apilan cajas o se levantan objetos por encima de 1,8 metros de altura?
- ¿Se gira el tronco al elevar la carga o transportarla? Las cargas deben tomarse de frente, sin torsión del tronco.
- ¿Se toman o manipulan cargas muy cerca del suelo? La altura óptima para la manipulación de cargas está en torno a los 75 centímetros.
- ¿Los objetos manejados carecen de asideros firmes, tienen formas irregulares o son deformables?
- ¿Se levantan las cargas con prisa? Las cargas muy pesadas deben ser manejadas suavemente y sin movimientos bruscos.
- ¿El entorno en el que se levantan las cargas es inadecuado? Hace falta espacio suficiente, suelo no deslizante y ausencia de obstáculos o elementos que puedan provocar tropezos o posturas forzadas.

### **Posturas forzadas**

Aquí, se busca prevenir las lesiones asociadas a los esfuerzos sostenidos que se producen cuando se mantienen posturas inadecuadas. Por lo tanto, debe aplicarse cuando los obreros se encuentren frente a tareas que exijan posturas estáticas como las que se describen a continuación, aunque los pesos que se manejen sean menores. Estas posturas son frecuentes en sectores como la construcción, mantenimiento de maquinaria, entre muchos otros.

Siguiendo un orden de gravedad, se especifican cuáles son las posturas especialmente peligrosas que deberían evitarse:

- Tronco flexionado y girado.
- Rodillas flexionadas, con el peso del cuerpo apoyado en una pierna.
- Trabajo de rodillas.
- Tronco inclinado.
- Ambos brazos por encima de los hombros.

- Un brazo por encima de los hombros.
- Realizar fuerza con los brazos superior a 10 kilos

### **Tareas con movimientos repetitivos**

Las lesiones en miembros superiores son muy frecuentes en la alimentación y muchas manufacturas y se relacionan con el desarrollo de tareas muy repetitivas, o de cuello y hombros, debidas a los esfuerzos estáticos que suelen ir asociados a este tipo de tareas. Es conveniente y preventivo que los obreros no realicen tareas con elevada frecuencia de movimientos de manos o brazos (más de cinco veces por minuto).

Las situaciones reflejadas se refieren tanto a los movimientos y posiciones de los miembros superiores como a la posición del cuello y la cabeza mientras se trabaja.

- Desviación de la muñeca o prona supinación durante más del 40 por ciento del ciclo de trabajo.
- Esfuerzo realizado con la mano de un nivel medio y de duración más o menos sostenida.

Esfuerzo intenso durante más del 30 por ciento del ciclo de trabajo.

- Flexión o extensión sostenida de la muñeca.
- Repetitividad de los movimientos de la muñeca superior a cuatro veces por minuto.
- Cuello flexionado y girado durante más del 50 por ciento de la duración de la tarea.
- Cuello flexionado durante más del 80 por ciento de la duración de la tarea.
- Brazos extendidos más de 20 grados durante más del 80 por ciento de la duración de la tarea.
- Brazos extendidos más de 45 grados durante más de la mitad del ciclo de trabajo.
- Repetitividad del movimiento de brazos superior a siete veces por minuto.
- No girar el tronco mientras se levanta un peso.

Hay una serie de elementos que se deben tener en cuenta cuando un especialista desea efectuar el diseño de un puesto de trabajo o establecer los métodos de trabajo y adelantándonos al capítulo siguiente "Antropometría" se deben tener en cuenta una serie importante de puntos los cuales al ser ignorados el diseño resultante puede llegar a generar afecciones músculo esqueléticas. Podemos por lo tanto indicar que tras el diseño de un puesto de trabajo se deben hacer las siguientes preguntas para asegurarse que el usuario no desarrollará una dolencia músculo esquelética:

- 1- *¿Obliga la disposición y/o conformación de los medios de elaboración a posiciones y/o posturas inadecuadas del cuerpo en el sentido de solicitaciones unilaterales evitables?*
- 2- *¿Se puede alternar entre el trabajo con la mano derecha y la izquierda?*
- 3- *¿Se corresponden la postura y la posición del cuerpo con los requerimientos de la tarea laboral, en cuanto a la fuerza y precisión exigidas?*
- 4- *¿Se ha tenido en cuenta una suficiente libertad de movimientos de los dedos, manos, codos, hombros, y dado el caso de las piernas considerando las rodillas y los tobillos con los pies?*
- 5- *¿Fueron consideradas las limitaciones de los movimientos debido a la implementación del trabajo bimanual?*
- 6- *¿Abarca la amplitud de movimiento (o apertura según corresponda) las necesidades mínimas?*
- 7- *¿Concuerdan los ejes funcionales (de los movimientos, fuerzas, momentos torsores) con las condiciones anatómicas recomendadas?*
- 8- *¿Puede quedar la muñeca en posición normal cuando toma la herramienta?*
- 9- *¿Concuerda la forma de aferrarse de las falanges actuantes con el sentido de la fuerza a vencer?*
- 10- *¿Está previsto el arrastre por fricción para grandes ángulos de giro?*
- 11- *¿Concuerda la forma de tomar con el diseño de la empuñadura? ¿En la selección de la herramienta se tuvo en cuenta la forma del acople (unión de la extremidad del hombre que la acciona, con la herramienta)?*
- 12- *¿Fueron previstos elementos de seguridad, anticipando el resbalamiento de la mano?*
- 13- *¿Hay suficiente espacio para los dedos y las partes anatómicas comprometidas?*
- 14- *¿En el diseño se tomó en cuenta alguna tabla antropométrica? ¿Fueron adaptadas las medidas externas a las medidas del usuario más pequeño y las medidas internas a las del usuario más grande?*
- 15- *¿Obliga a trabajar en una altura delimitada o específica?*

#### 4.3.8. Esquemas de movimientos para levantar pesos o mover cargas

Los esquemas se utilizan para comunicar, informar o prevenir a las personas en forma rápida, los elementos visuales son íconos de fácil interpretación, sin necesidad de leer, en nuestro caso nos encontramos frente a la necesidad de educar a los trabajadores de la forma más correcta de manejar las cargas, o hacer esfuerzos, así que lo que se hace en todas las empresas es dar capacitaciones apoyadas de material didáctico, (pequeños manuales, trípticos, etc.). Pero las personas que hacen trabajo muscular son casi siempre los menos calificados (que no pueden realizar otra labor más compleja), ya por ser poco preparados (analfabetos, o en su mayoría analfabetos funcionales, o inmigrantes que desconocen el idioma), en los cursos estos aceptan el material que se les da por orgullo, por temor u otro factor psicosocial.

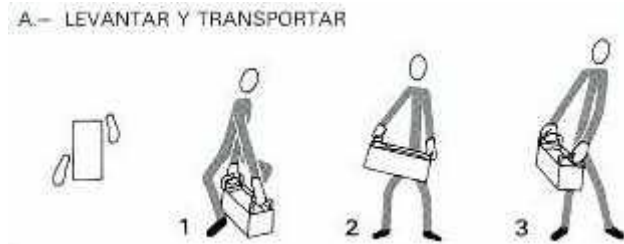
Para solucionar el problema lo aconsejable es entonces elaborar folletos, afiches o carteles que indique los movimientos adecuados para cada caso específico

Para mover piezas o elementos pesados y no tener como consecuencia de ello algún problema inmediato o a posteriori, se deben realizar los movimientos en forma armónica siguiendo ciertas reglas, las que representaremos a continuación

NOTA:

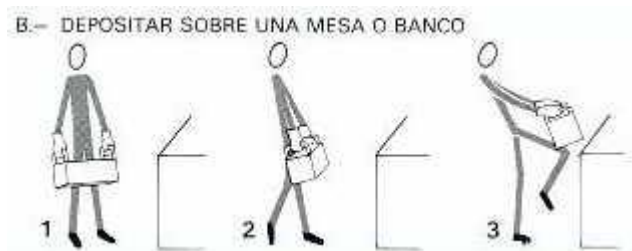
Los dibujos se efectúan como guía ya las personas que se emplean para realizar tareas que demanden esfuerzos no son en si las más instruidas y para facilitar la comprensión como guía didáctica se brinda esta parte

##### *Levantar una caja de herramientas*



**Figura 4.102** Levantar y transportar una caja de herramientas (aPa)

Cuando se tiene que levantar por ejemplo una caja de herramientas pesada desde el suelo, lo primero a realizar es ubicar la caja entre los dos pies, luego flexionar las piernas hasta alcanzar con las manos las manijas, tomarlas y levantarla mientras se ponen rectas las piernas, si la caja se debe mover, esta se ubica al costado del cuerpo contra la cadera y se avanza.



**Figura 4.103** Depositar una caja de herramientas sobre una mesa (aPa)

En el caso de tener que levantarla para dejar sobre una superficie más alta hay que tratar de ayudar al empujón con la rodilla

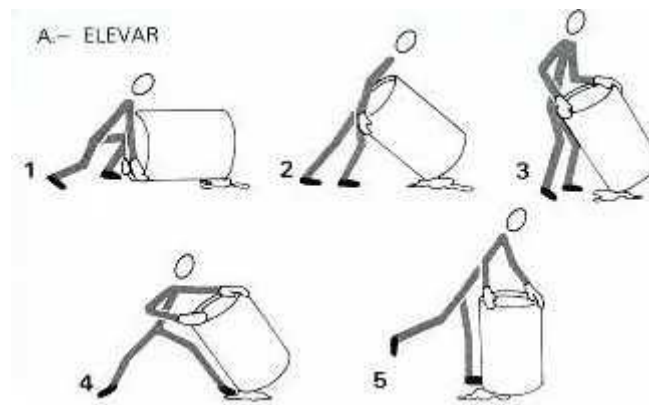
##### *Dejar una caja de herramientas en el suelo, desde una superficie alta*



**Figura 4.104** Depositar una caja de herramientas sobre el piso (aPa)

Para bajar una caja pesada desde la superficie de una mesa, caja de camión, etc. se debe tomar con ambas manos y deslizar hacia fuera y abajo, sin separarla del cuerpo y una vez que dejó la superficie de apoyo bajarla flexionando las piernas hasta que toque el piso, nunca hacer este movimiento en forma brusca, se puede descontrolar el peso y caer sobre los pies o golpear contra el cuerpo.

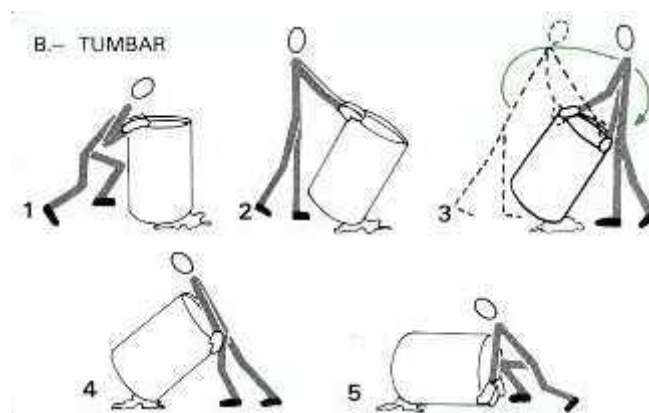
*Forma de levantar un tambor*



**Figura 4.105** Levantar un tambor

Para levantar un tambor del piso lo primero y principal es asegurarse que este no resbale, para ello se debe colocar bajo el borde de apoyo un trapo, estopa u otro objeto que impida el deslizamiento, luego ir al extremo opuesto flexionando las piernas, tomar el tambor, luego levantarlo al enderezar las piernas, balancearlo, aproximar un pie al borde donde está el trapo, e ir colocándolo en forma vertical

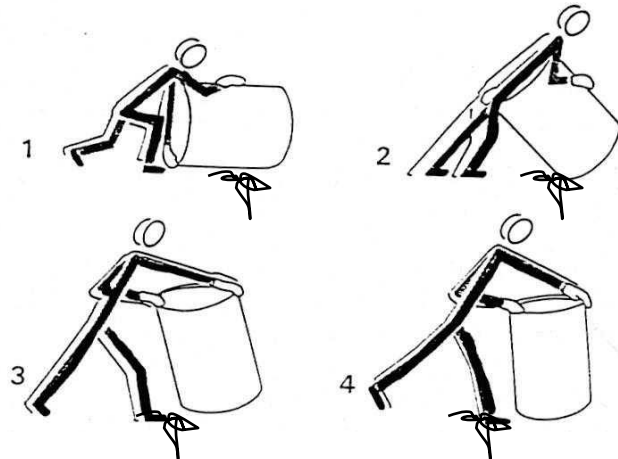
*Forma de volcar un tambor*



**Figura 4.106** Volcar un tambor (aPa)

Para tumbar un tambor también se debe colocar algún elemento antideslizante para evitar que resbale, (como en el caso de levantarlo) y colocar un palo para apoyarlo en el piso sin correr riesgo de aprisionar los dedos de las manos, luego se saca de la vertical empujando su extremo superior y se gira hasta quedar de frente al punto más bajo, se toma de él con el cuidado, de no dejar las manos en el centro (lugar que tocará el piso al bajar el tambor), luego bajar el tambor flexionando las piernas, hasta tocar el piso, o el elemento de apoyo que además facilitará tomarlo, cuando se levante a posteriori

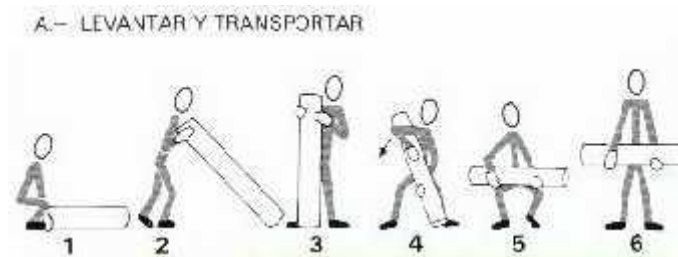
*Levantar tambores entre dos personas*



**Figura 4.107** Levantar un tambor entre dos personas

La tarea es igual que haciéndolo una persona sola pero la labor se hace con dos personas de igual talla para que una no se esfuerce más que la otra y además coordinando los movimientos

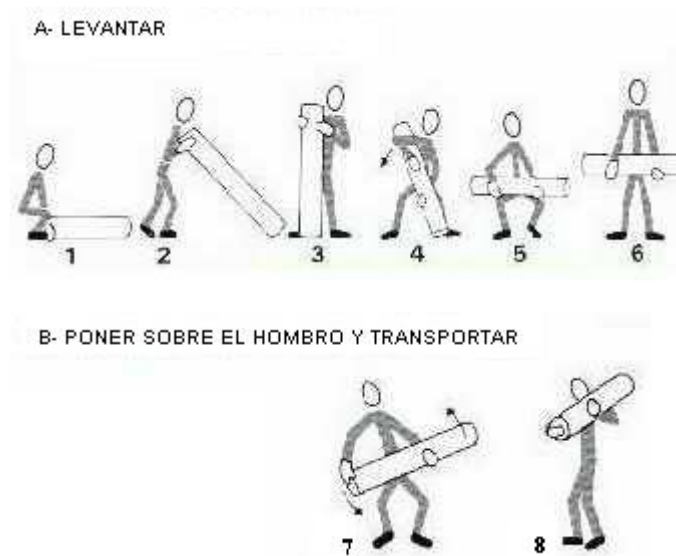
*Levantar un elemento corto y liviano* (Hasta 2 metros y 15 kg), como un caño corto o un puntal de madera *sin transportarlo*



**Figura 4.108** Levantar un elemento corto

Para tomar objetos largos del piso, se deben flexionar las rodillas para alcanzarlos desde un extremo, luego pararse enderezando las piernas, se acomoda el elemento hasta que quede vertical, una vez alcanzada esta posición se toma del centro, se gira hasta que quede horizontal, acomodándola para que uno la tenga contra el cuerpo.

*Levantar un elemento corto y liviano* (hasta 2 metros y 15 Kg.), como un caño corto o un puntal de madera *y transportarlo sobre el hombro*



**Figura 4.109** Levantar un elemento corto

En el caso que deba transportar un objeto largo es conveniente si el tramo a llevarlo no es corto, moverlo sobre el hombro, para ello luego de hacer lo dicho en el caso anterior luego se gira el elemento llevándolo hacia el hombro, donde se apoya y desliza hasta equilibrarlo, para luego recién moverse en acción de transporte

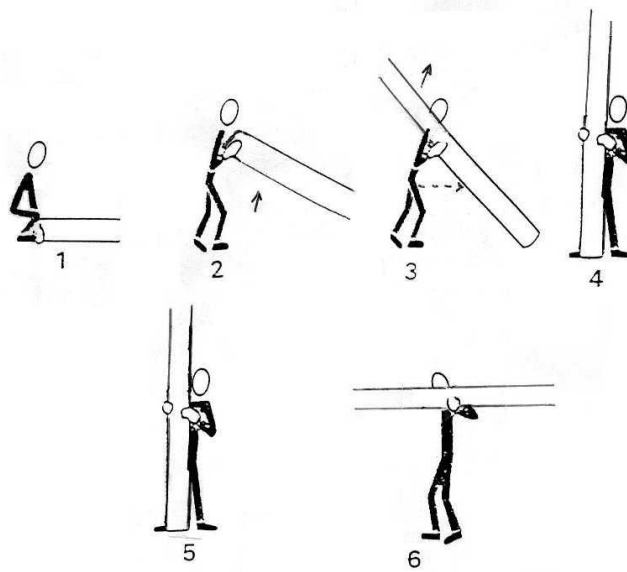
*Levantar un elemento corto y liviano (hasta 2 metros y 15 Kg), como un caño corto o un puntal de madera y dejarlo sobre una superficie elevada*

Lo siguiente no es aconsejable para llevar objetos más allá de unos pocos metros (3 o 4 a lo sumo). El elemento en lugar de llevarlo sobre el hombro se transporta contra el pecho, para lograrlo primero se efectúa lo indicado en el caso anterior y luego se balancea la carga acomodándola, en forma plana.



**Figura 4.110** Levantar un elemento corto y dejarlo sobre la mesa

*Levantar y transportar caños largos (de 2 o 4 metros y de hasta 25 Kg. de peso)*



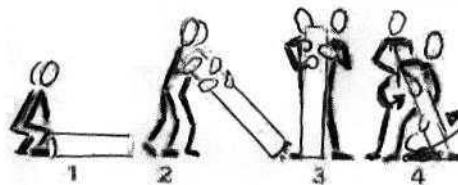
**Figura 4.111** Levantar un objeto largo (H. Castrogiovani – J. L. Melo)

Para levantar y transportar caños, se debe primero de ser posible procurar que este colocado sobre un taco o algo elevado para poder pasar por debajo las manos para abrazarlo. La tarea consiste en flexionar las piernas, hasta tomar el caño por debajo con ambas manos, luego se eleva hasta aproximadamente los hombros, para continuar irguiéndose, en esa posición se apoya el caño en el hombro y avanza haciendo que este se eleve hasta que quede vertical, allí se balancea hasta que quede equilibrado, se aferra fuertemente con ambas manos y recién se avanza con cuidado de no tropezar ni chocar el caño

NOTA:

Siempre que se arme una cañería horizontal, se debe apoyar sobre tacos de tal manera que quede elevada al menos 10 cm. del suelo.

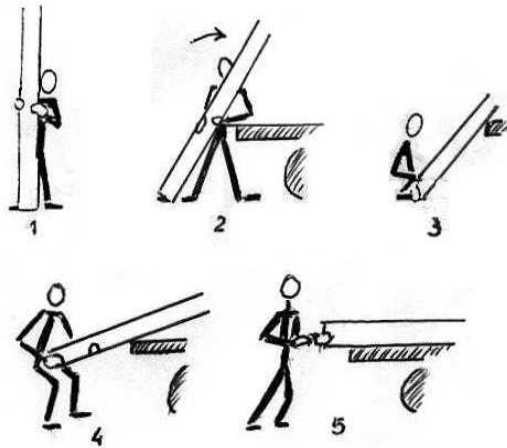
*Levantar y vaciar un caño lleno de hormigón (entre dos personas)*



**Figura 4.112** Vaciar un caño con hormigón (H. Castrogiovani – J. L. Melo)

Para vaciar un caño con hormigón se debe realizar entre dos personas, las mismas deben flexionar las piernas para tomar el caño entre ambos y luego las dos simultáneamente se levantan y colocan vertical el caño, descansan del esfuerzo y luego proceden a inclinar el caño e irlo girando hasta que este quede vacío.

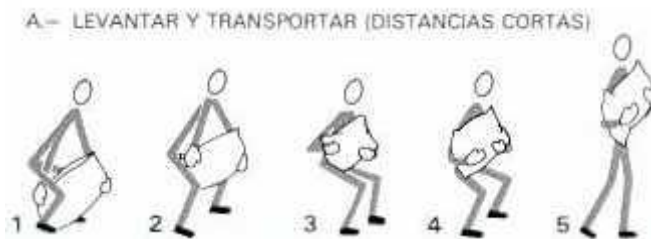
*Subir un caño al camión*



**Figura 4. 113** Colocar un elemento largo en un camión (H. Castrogiovani – J. L. Melo)

La persona se ubica junto al camión con el caño en posición vertical, Para dejarlo dentro de la caja, procede primero a inclinarlo hasta que este quede apoyado sobre el borde de la caja, trabándolo para que no resbale, luego se agacha flexionando las piernas y toma al caño de su boca, para seguir por erguirse levantando al caño mientras lo desliza hacia el interior de la caja, donde lo deja.

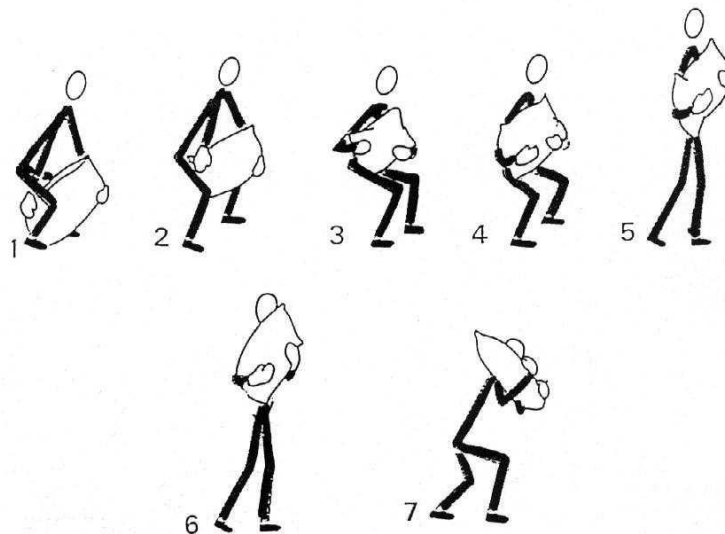
*Levantar una bolsa y transportarla corta distancia*



**Figura 4.114** Levantar y transportar una bolsa (aPa)

Para levantar una bolsa correctamente, esta se ubica entre las piernas, se flexiona las mismas se toma de los extremos, se carga en los muslos y se procede a levantar para luego colocarla contra el pecho, pero solo en distancias muy cortas (2 o 3 metros)

*Levantar una bolsa y transportarla a distancia*

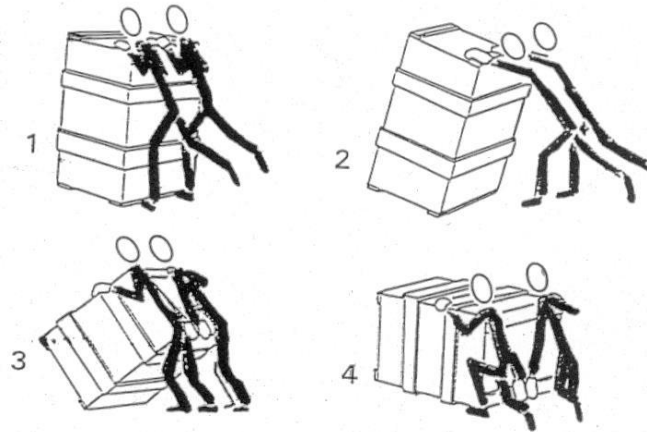


**Figura 4.115** Levantar y transportar una bolsa (aPa)



Para llevarla a distancia se procede como en el caso anterior y luego se desliza sobre el hombro la bolsa y se camina con ella

#### *Tumbar un cajón de grandes dimensiones y peso entre dos personas*



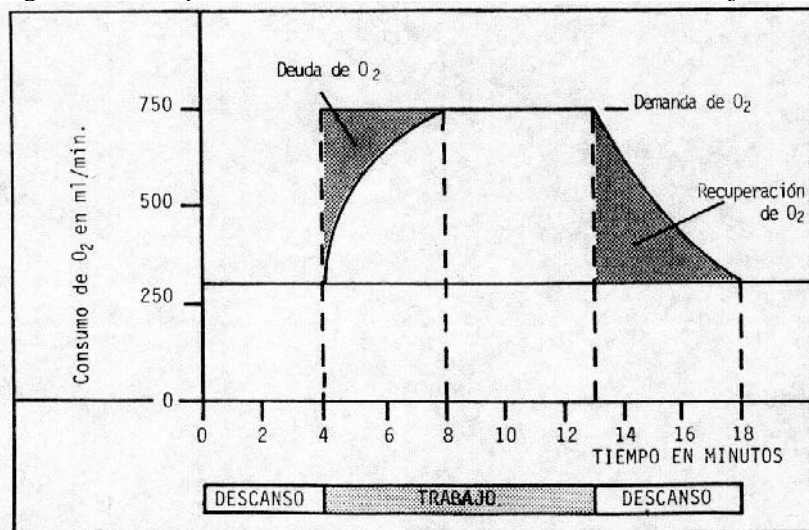
**Figura 4.116** Mover cajas (aPa)

La idea de trabajo es igual que en para tambores

#### **4.4. Metabolismo**

Toda actividad física produce en los músculos un proceso de transformación de sustancias en energía, para ello necesita sustancias nutritivas (grasas e hidrato de carbono) además de oxígeno, la sangre los lleva desde el hígado y los pulmones respectivamente. La necesidad de los nutrientes también llamados combustibles es directamente proporcional al trabajo realizado. Por otro lado, la cobertura de la demanda de combustible es inversamente proporcional al cansancio, es decir que cuanto más cubierta está la demanda tanto menos forzada y cansadora será la labor.

En la Figura 4.117 se aprecia el desarrollo de la demanda durante un trabajo.



**Figura 4.117.** Desarrollo del consumo de oxígeno de una persona durante y luego de un trabajo corporal moderadamente pesado (según Wenzel, 1974).

Al analizar la Figura 4.117 podremos saber como se comporta el organismo frente a la demanda de energía por parte de la masa muscular.

- 1) El organismo antes de trabajar se encuentra en reposo teniendo una demanda de oxígeno correspondiente a su metabolismo de descanso (ligeramente superior al basal).
- 2) Durante el período de trabajo se observan dos etapas:
  - a) Se genera una deuda de oxígeno en los músculos que va disminuyendo a medida que transcurre el tiempo hasta llegar a un punto de equilibrio entre la demanda y la entrega. Esto se debe a que el organismo está al comienzo regulado para el consumo de energía correspondiente al estado de reposo. En el momento que aparece la mayor demanda, el corazón comienza a acelerarse para enviar más sangre a los nutrientes y a los músculos, en forma paralela los pulmones comienzan a aumentar su ritmo respiratorio y a incrementar la oxigenación de la sangre. Los incrementos continúan hasta lograr cubrir la demanda y en ese momento se estabiliza.
  - b) Período de equilibrio entre el consumo y la entrega de oxígeno.
- 3) Luego al terminarse el trabajo el hombre continúa con el alto ritmo cardíaco y respiratorio (agitación), pero en forma lenta y paulatina va disminuyendo los ritmos y el organismo a su vez recupera la deuda de oxígeno que se generó al comienzo de la tarea, hasta completar dicha deuda y normalizar los ritmos como se hallaban al comienzo. Este período se llama de recuperación biológica.
- 4) Luego del descanso el hombre retorna al estado físico inicial.

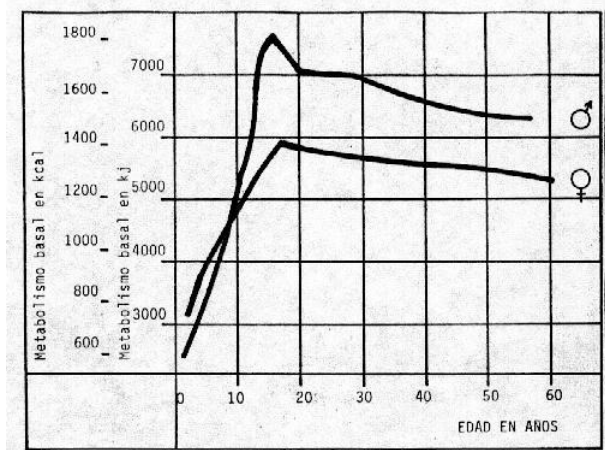
Podemos agregar que la observación de la Figura 4.117 nos recuerda a los deportistas. Ellos nunca salen al campo deportivo y comienzan a realizar la actividad, sino que, por ejemplo, un jugador de fútbol o rugby antes de comenzar a jugar precalienta, liviano primero y más pesado luego, para después de haber entrado en ritmo comienza a jugar y luego salvo estar muy cansado no se detiene, sino que lo hace paulatinamente. De esta manera evitan entre otros problemas los desgarros por espasmos musculares.

El ejemplo de los deportistas es perfectamente aplicable a los trabajadores, siendo conveniente para aquellos que realizan tareas pesadas, comenzar a trabajar con labores menos exigentes para ir en aumento paulatino. Con esto se evitarían muchos accidentes causados por la falta de preparación muscular previa. En Japón; antes de trabajar al comenzar la jornada, todo el personal de las empresas hace ejercicios, y presentan un índice menor de accidentes en el trabajo que los occidentales.

Es fundamental que la persona que realice cualquier tipo de actividad tenga una preparación previa, de tal forma que tome su grupo muscular más comprometido en la actividad un tono muscular adecuada, fundamentalmente en ambientes o áreas frías, lo que evitará desgarros, esguinces, derrames por ruptura de capilares, etc. Esto justifica la preparación mediante ejercicios previa al inicio de las actividades en la jornada y luego de una interrupción prolongada como ser el almuerzo, o un traslado que mantenga sin actividad más de 20 minutos a la persona.

Cuando una persona desarrolla una labor, su metabolismo cambia, lo que permite diferenciar el efecto de cada trabajo sobre cada individuo.

Se define como metabolismo a la obtención de energía a través de la combustión de alimentos que el organismo necesita por unidad de tiempo para llevar a cabo sus distintas funciones (Rohmert, 1979). Se denomina metabolismo basal a aquel que necesita para mantener su vida, es la energía necesaria para el mantenimiento en reposo, (alimentación del músculo cardíaco, de la musculatura respiratoria, para el sistema digestivo, para el sistema nervioso, etc.). El metabolismo basal depende de la edad, el sexo, la talla y el peso del individuo. En la figura siguiente se observa la tabla presentada por Spitzer, Hettinger y Kaminsky, en 1982).

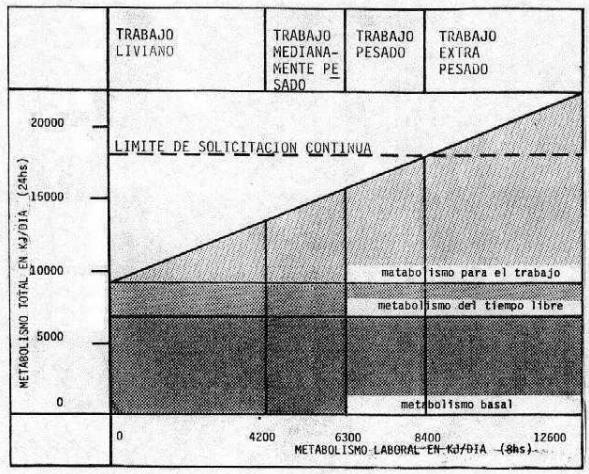


**Figura 4.118.** Metabolismo basal por día en función de la edad y sexo (desarrollo promedio).

Según Spitzer, Hettinger y Kaminsky en 1982 y Müller, Limmroth y Schug en 1990, la unidad de medida del metabolismo es el Kilojoule (KJ), la cual reemplaza a la anteriormente utilizada la Kilocaloría (Kcal), y que en el sistema internacional (SI) equivale a 4,19 KJ.

Para estudiar el comportamiento del metabolismo en el ser humano analizamos el gráfico planteado por Spitzer y otros en 1982 y cols. Que fue posteriormente refrendado por varios estudiosos. Si bien la división en trabajo liviano, trabajo medianamente pesado, trabajo pesado y trabajo extrapesado es arbitraria y difiere de autor en autor la referencia obtenida siempre es buena.<sup>4</sup>

En la siguiente figura se han resumido distintas formas del metabolismo, así por ejemplo para un hombre de talla y peso mediano (1,75 metros de altura y 75 Kg. de peso) el metabolismo basal es de 7000 a 7500 KJ/Día. El metabolismo de tiempo libre es aproximadamente de 2500 KJ/día (sin deporte ni trabajo de jardinería); a este valor total de alrededor de 10.000 KJ/Día se le suma el metabolismo para el trabajo. Hasta 4200 KJ/ 8 hs. de trabajo por jornada laboral (1000 Kcal) se considera trabajo liviano, de 4200 a 6300 KJ/8 hs de jornada laboral se considera trabajo medianamente pesado, de 6300 a 8400 KJ/8 hs. de jornada laboral como trabajo pesado y aquellas labores que superen este último valor se considera trabajo extra pesado. De esta delimitación de trabajo pesado se deduce un valor límite de sollicitación continua de 16,5 a 17,5 KJ/min para los varones y de 11,0 a 12,0 KJ/min para mujeres. Estos valores no debes ser sobrepasados en el promedio anual, para evitar causarle daño al trabajador. Los valores expresados son determinados para colaboradores que están acostumbrados a tareas pesadas y a una edad de máximo rendimiento corporal (25 años aproximadamente), siendo válidos estos valores para labores donde se pone en acción algo más que una séptima parte del total de la masa muscular. De hecho, hay trabajos que por la cantidad de masa muscular que entra en acción al realizarlo son considerados pesados pese a que el metabolismo es bajo.



**Figura 4.119.** Relación entre la dificultad del trabajo y el metabolismo (Spitzer y otros,1982).

Carga de trabajo	Tipo de trabajo			
	Trabajo manual	Trabajo mono-manual	Trabajo bimanual	Trabajo corporal
Liviano KJ/min	1,0-2,5	2,5-5,0	6,0-8,5	11,0-17,0
Mediano KJ/min	2,5-4,0	5,0-7,5	8,5-11,0	17,0-25,0
Pesado KJ/min	4,0-5,5	7,5-10,0	11,0-13,5	25,0-35,0

**Figura 4.120.** Intensidad de carga en relación al metabolismo y masa muscular en acción (Spitzer y otros, 1982).

<sup>4</sup> Tomando como ejemplo el propuesto por REFA, Metodología de Estudio del Trabajo, Capítulo 4 (Ergonomía), según estudios de Spitzer y cols.

Los valores dados anteriormente para el límite de sollicitación continua son los correspondientes a trabajos predominantemente musculares dinámicos sin ningún tipo de carga adicional como por ejemplo la carga térmica. En cualquier otro caso se debe hacer un estudio de cargas compuestas de distinto tipo, por ejemplo, carga muscular con carga térmica y carga de vibraciones simultáneas, tal como expresa la Resolución 295/2003 del Ministerio de trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTESS).

Los valores dados son de referencia con una variación  $\pm 10\%$  y que no puede ser aplicado en tareas de larga duración, como ser albañilería, conformación de piezas en caliente, hacheros dado que en estas tareas pueden aparecer cargas energéticas temporales que oscilan entre 30 y 240 KJ/min.

En estudios en conjunto con especialistas en métodos y tiempos se puede conformar (calcular o determinar prácticamente) ergonómicamente la distribución de los descansos como su duración, manteniendo un equilibrio con la recuperación biológica del individuo.

En la figura 4.121 presentamos el listado de cargas energéticas de tareas escogidas, de Spitzer y Hettinger (1982) que contiene valores de referencia de muchas tareas.

Denominación de la Tarea	Kcal/min	KJ/min
<b>Trabajo con Herramientas Manuales:</b>		
Atornillar tornillos (a mano)	1,0 - 1,6	2,1 - 6,7
Limar (40-60)	2,0 - 2,5	8,4 - 17,6
Trabajo con martillo (peso del martillo 0,65-2,0 kp: 32-35 golpes/min)	9,7 - 10,6	37,8 - 47,9
Forjar (a mano)		
Peso del martillo	Golpes/min	
-1,4 kp	60	2,4
-13,6 kp	34	18,9 - 21,6
Golpe del martillo realizado con ambas manos (peso del martillo 4,4-10,6 kp; 10-15 golpes/min)	7,7 - 8,2	28,3 - 34,4
Soldadura eléctrica	0,6 - 1,3	1,7 - 5,5
Soldadura autógena	1,3 - 1,7	5,5 - 7,1
Soldadura por puntos	1,2 - 2,1	5,0 - 8,8
Agujerear a mano con máquina agujereadora	3,0 - 3,7	12,6 - 15,5
Remachar con martillo remachador eléctrico	2,9 - 5,3	12,1 - 22,3
<b>Trabajos con máquinas</b>		
Tornear, agujerear y mortajar partes pequeñas (peso de la pieza alrededor de 3,0 kg)	1,0 - 2,2	4,2 - 9,2
Tornear partes de tamaño mediano	1,9 - 4,7	7,9 - 19,7
Tornear partes de tamaño grande (2t)		
Montaje y desmontaje	4,6 - 5,8	22,2 - 23,1
Comandar la máquina	1,2 - 1,8	5,8 - 7,9
Vigilar la máquina	0,8 - 1,2	3,3 - 5,0
Trabajar en agujereadora radial	1,1 - 1,8	4,6 - 7,6

<b>Industria de la Construcción:</b>		
Albañilería con diversos ladrillos pesados		7,6 – 11,3
Extendido de asfalto interno	1,6 – 3,8	7,1 – 13,9
<b>Minería:</b>		
Caminar en galerías subterráneas (70 m/min)	4,3 – 5,5	18,1 – 23,1
Trabajo con pico	5,7 - 8,4	23,9 – 35,3
Trabajo con martillo neumático	3,2 – 7,9	13,4 – 33,2
Palear: en pido liso	3,7	15,5
en piso irregular	6,6	27,7
Cargar vagonetas a mano	6,6 – 7,7	27,7 – 32,3
Empujar vagonetas	5,4 – 6,3	22,7 – 26,5
Cortar tirantes de madera	3,5 – 4,9	14,7 – 20,6
Trabajos de apuntalado en el lugar	3,1 – 9,6	13,0 – 40,3
Apuntalado del trayecto	4,4 – 6,5	18,5 – 27,3
<b>Industria del hierro y del acero:</b>		
Armado y desarmado de moldes	3,1	21,0 – 35,3
Moldeo de piezas medianas	5,1 – 7,3	31,4 – 30,7
piezas grandes	2,1 – 5,1	8,8 – 21,4
Colocación de pequeños núcleos de molde	1,8 – 3,5	6,7 – 14,7
Trabajo en máquina de moldeo	3,7 – 8,1	15,5 – 34,0
Colar	3,3 – 5,8	13,8 – 24,3
Vaciado de cajas de moldes (30 – 40 kg)	5,0 – 6,3	21,0 – 26,4

Denominación de la Tarea	Kcal/min	KJ/min
<b>Limpieza:</b>		
Limpieza		
Sacar granos grandes con martillo neumático	2,1 – 4,6	8,8 – 16,0
Amolar con la amoladora	2,8 – 4,3	11,8 – 18,1
Cortar con martillo neumático	2,8 – 5,1	11,8 – 15,1
Cortar con soplete (sentado)	1,2 – 1,8	5,0 – 7,5
Trabajar en una rectificadora pendular	1,7 – 3,6	7,1 – 18,5
Rebarbado de partes pequeñas y retirar escoria con piqueta	3,6 – 4,5	7,3 – 16,3
<b>Economía Forestal:</b>		
Hachado de cabos de raíces y entallar para caída	6,9 – 13,0	28,9 – 54,6
Aserrar corte final de caída		19,1 – 48,3
Cortar ramas con hacha	4,5 – 9,6	21,8 – 40,2
Descortezar	4,3 – 5,6	18,1 – 31,5
Partir maderos	6,0 – 6,4	25,2 – 26,9
<b>Economía Agraria:</b>		
Trabajos de primavera		
Abrir zanjas	7,5 – 10,7	15,5 – 44,9
Sembrar	2,0 – 2,2	8,4 – 9,2
Plantar	2,5 – 3,0	10,5 – 12,6
Picar	2,5 - 3,4	10,9 – 12,2
Rotar	1,5 – 2,4	8,0 – 16,8
Regar a mano (Regadera de 10 litros)	3,0 – 3,9	12,6 – 16,4
Cosechar	1,2 – 4,9	5,0 – 20,6
Trabajos de despeje	2,0 – 3,2	8,4 – 18,9
Arar con tractor	1,9 – 3,2	8,0 – 19,3
Rastrillar con tractor	0,9 – 1,3	3,8 – 5,5
Abonar a mano	4,8 – 6,1	22,7 – 25,6

Segar	5,8 – 6,2	18,9 – 47,0
<b>Economía Doméstica:</b>		
Hacer las camas	3,7 – 4,7	15,5 – 19,7
Cocinar	1,0 – 2,1	3,8 – 21,1
Lavar vajilla	1,3 – 3,6	7,1 – 12,1
Barrer, pasar lampazo, sacar polvo, lustrar	2,6 – 4,3	9,4 – 18,1
Limpiar pisos, arrodillado y agachado	4,9 – 5,9	14,6 – 22,6
Limpiar pisos parado con cepillo	3,6 – 4,3	14,9 – 16,8
Aspirar polvo	2,9 – 3,4	13,4
Fregar – Lavabos y bañeras -	7,0 – 7,4	29,4 – 31,1
Limpiar ventana	2,2 – 3,9	11,0 – 13,4
Limpiar zapatos	1,5 – 2,7	6,3 – 12,1
Lavar prendas pequeñas a mano	1,9	8,0 – 14,2
Cargar lavarropas	4,0 – 4,3	11,3 – 18,3
Colgar y retirar la ropa	2,9 – 4,0	12,2 – 21,0
Coser a mano	0,6 – 1,3	2,2 – 5,0
Doblar y ordenar la ropa	1,6 – 2,3	8,8 – 9,7

**Figura 4.121.** Cargas energéticas de tareas escogidas, de Spitzer y Hettinger (1982).

#### 4.5. Trabajo predominantemente informativo mental

En la determinación del nivel de carga es factible evaluar o medir la duración, secuencia y situación temporal de las fases de carga en el trabajo corporal, aplicando los métodos de determinación de datos. De igual manera es factible determinar también en la práctica, en forma simple, las cargas del medio ambiente de trabajo, por medio de los instrumentos y métodos que existen en el día de hoy.

Como ya dijimos, es viable medir y evaluar la duración, el tipo de secuencia y situación temporal de las fases del proceso (fases de carga en el trabajo corporal), aplicando todos los métodos que se estudian en métodos y tiempos (estudio del trabajo), es decir para la carrera universitaria argentina Ingeniería Industrial.

Resulta por otro lado muy difícil lograr registrar las cargas de trabajo del tipo informativo-mental, que son hoy las tareas que más se incrementan.

En el análisis de carga en tareas predominantemente no corporales se pueden registrar solo las características referidas al problema, como por ejemplo: la cantidad de trabajo a ordenar, las hojas a leer, etc.

Si se hicieran comparaciones de trabajo de las cargas de trabajo entre distintos sectores, con sus respectivas características referidas al problema, nos apartaríamos del tema. Una solución posible es la cuantificación del flujo de información (bps – bits por segundo.). Existen experiencias con máquinas de escribir, codificación de correspondencia, o control de radares (Luczak, 1975; Rohmert y otros, 1973).

Sin embargo, la determinación teórica y abstracta, del flujo de la información solo satisface raramente los requerimientos prácticos de la empresa. Si en cambio se desiste de una determinación puramente cuantitativa del nivel de carga, hay posibilidad de la evaluación y escalonamiento de trabajos difíciles y pesados en base a un detallado procedimiento analítico de determinación, por ejemplo, un analista experimentado puede ubicar en distintos niveles las tareas y requerimientos de una actividad de una manera económica con el PAT, (procedimiento científico de determinación para un análisis de tareas), (Rohmert, Landau, 1979).

La codificación del nivel de carga, la duración y distribución permite el registro y descripción de factores de carga. Un posterior resumen sintético se efectúa en forma de un análisis de perfiles; en él una actividad se unifica en grupos según características similares que corresponden al sentido y clasificación del procedimiento de análisis de actividades, como por ejemplo ruido. El puntaje de los niveles del procedimiento por grupo de perfiles se suma y se representa en barras, teniendo la posibilidad de hacer comparaciones de carga entre las actividades.

En la Figura 4.122 se presenta el ejemplo extraído de REFA.

Análisis de perfil con PAT		Rubro Metalurgia	Ocupación Masculina
Medio de trabajo para el procedimiento de la materia para energías e informaciones para el objeto de trabajo del hombre medio de transporte: estacionario medio de transporte: móvil otros medios de trabajo comandos	W W W W W W H	_____	_____
Tareas principales elaborar, montar operar, comandar Controlar Supervisar transportar, suministrar, disponer vender, negociar, presentar planificar, organizar codificar, transferir, ordenar combinar, analizar prestaciones de servicios	W W W W W W W W	_____	_____
Requerimientos recepción de la información normal auditivo sentido del tacto, sentido térmico Sentido del olfato y del gusto propio receptivo exactitud de la recepción de la inf. complejidad de la decisión margen de tiempo para decidir conocimientos necesarios Actuación trabajo de sostenimiento trabajo estático de sostenimiento trabajo dinámico pesado trabajo dinámico unilateral Influencias físicas del medio ambiente iluminación clima vibraciones ruido otras influencias del MA carácter peligroso Influencias sociales y organizativas del medio organización temporal del trabajo organigram contactos	W W W W W W W Z Z Z Z S S Z S S H,S H	_____	_____
Operar con prensa plegadora	_____	Cód	0                      30                      60                      90
Operar con prensa plegadora NC	-----		Porcentaje de la máxima expresión posible

Códigos: Z, duración de la carga; S, W, magnitud de la carga; H, distribución de la carga

**Figura 4.122.** Comparación de los perfiles con PAT para tareas en una prensa de plegado convencional y en otro con control numérico (NC) (Landau, 1980).

#### 4.6. Medición y evaluación de la sollicitación

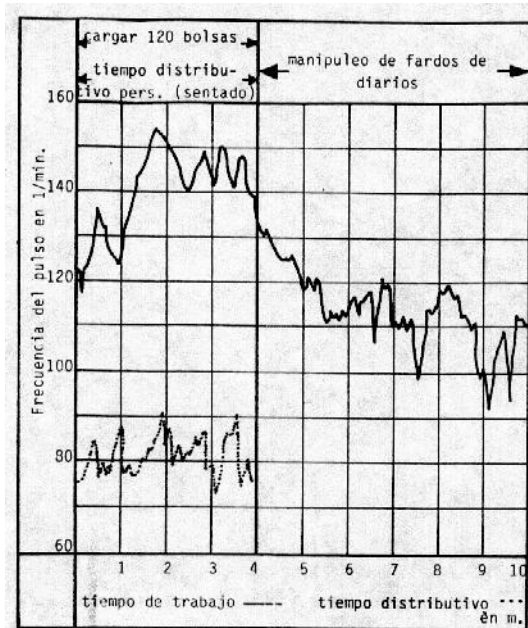
En los estudios de carga se analiza el peso y dificultad laboral causados por la tarea asignada y el medio ambiente. En cambio, en los estudios de la sollicitación se registran las distintas reacciones entre individuos hacia la carga que proviene del exterior. Dependiendo predominantemente de los sistemas orgánicos y funciones sollicitadas, así como los métodos de registro cuantitativo o cualitativo de que se dispone, pueden aplicarse métodos fisiológicos, bioquímicos, psicológicos, etc. (Figura 4.123).

Tipo de métodos de evaluación	Magnitudes de medida descriptiva
<i>Fisiológicos</i>	Frecuencia cardíaca Arritmia de la frecuencia cardíaca Frecuencia de la respiración Cambios en la presión sanguínea Temperatura corporal Resistencia de la piel, temperatura de la piel Temblor
Electro-fisiológicos	Electrocardiograma (ECG) Electroencefalograma (EEG) Electromiograma (EMG) Actividad muscular (EDG)
Bioquímicos	Análisis químico de sustancias líquidas en el cuerpo (transpiración, orina, sangre)
Psicofisiológicos	Frecuencia de fusión del centelleo
Psicológicos	Entrevista, encuesta, Escalonamiento de la sollicitación

**Figura 4.123.** Métodos utilizados para el estudio de sollicitación según Rohmert y otros, (1973).

La medición de la frecuencia cardíaca para la evaluación de la sollicitación tiene un carácter integrador respecto al organismo. El ritmo cardíaco reacciona ante el trabajo dinámico y el estático, debido a la mayor demanda de oxígeno por parte de los músculos y la evacuación de sustancias tóxicas, (exigencia de una mayor circulación sanguínea). También se produce una alteración ante las cargas mentales y emocionales, también lo hacen el medio ambiente (ruido, clima, etc.). La frecuencia cardíaca es un buen indicador por las razones antedichas.

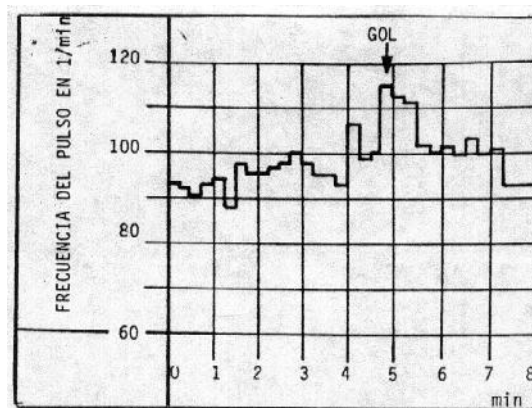




**Figura 4.124.** Frecuencia cardíaca en trabajo dinámico (cargado de bolsa y manipuleo de paquetes de diarios), en comparación con la frecuencia cardíaca de una persona en tareas generales en posición de sentado en un turno de servicio de correo ferroviario. (Según Rohmert y cols, 1974).

Para continuar analizando las mediciones y el resultado de su evaluación, tomamos el ejemplo de la Figura 4.124, en la cual se observa la variación de la frecuencia cardíaca (pulso) en las tareas de carga de bolsas y de manipuleo de paquetes de diarios. La observación directa nos indica la diferencia del ritmo cardíaco entre el hombre en actividad (cargando bolsas) y en otras tareas livianas tiempo personal y descansos (tiempo distributivo según la metodología REFA de estudio del trabajo). La diferencia da una clara idea de que el ritmo cardíaco es directamente proporcional a la carga de trabajo. Hasta el presente no se ha hallado un método para separar la sollicitación total en forma análoga al método de componentes de carga

En la Figura 4.125 se da un ejemplo sobre cargas emocionales, sobre los límites de carga continua.



**Figura 4.125.** Frecuencia cardíaca debido a carga emocional en un Campeonato Mundial de Fútbol por TV (Preuschen).

Tras la observación de las dos figuras podemos afirmar lo siguiente:

- 1) La frecuencia cardíaca se incrementa con el incremento de la carga física.
- 2) Además de la carga muscular, hay otras cargas como la térmica, acústica, vibraciones, etc. que también incrementan la frecuencia cardíaca.

### 3) La carga emocional produce un incremento de la frecuencia cardíaca.

En el caso de que se sumen dos tipos de carga, como por ejemplo una persona se encuentra trabajando en una zona de riesgo, haciendo una tarea dinámica pesada por encima del límite de sollicitación continua, nos da una idea concreta que tiene un elevado ritmo cardíaco; esa misma persona, en un determinado momento y en forma instantánea e imprevista recibe una señal de peligro, accidente o emergencia (carga emocional), eleva su pulso. Este incremento aun alto ritmo existente puede llevar al hombre a un límite sobre su tolerancia y por ello se le produce un accidente cardíaco (paro cardíaco). De esto podemos deducir que las señales (que causan un efecto emocional), no deben ser aplicadas en forma sorpresiva (instantánea), sino que estas deben comenzar de cero para incrementarse en dos o tres segundos hasta llegar a su máxima presión sonora (permitiendo no generar un susto (golpe de emoción).

La frecuencia cardíaca depende de numerosas variables, pesos a mover o levantar, duración de las cargas, ritmo de trabajo, forma y dificultad de la tarea, masa muscular comprometida, etc. Se determina obteniendo el pulso de la persona por unidad de tiempo (minuto), o como frecuencia instantánea obteniendo el tiempo entre pulso y pulso.

Para tomar la frecuencia cardíaca hay que respetar ciertas condiciones, para ello partimos de establecer como se hará el registro; si partimos de la premisa que esta por regla general se toma como variación del potencial eléctrico sobre la superficie del cuerpo a través del electrocardiograma (ECG), los datos obtenidos son graficados para hacer la evaluación *in situ* y/o se graban para hacer la evaluación para luego procesarlos. Si en cambio, para hacer la tarea es realizar un registro directo con equipos colocados sobre el cuerpo (sujeto a un hombro o al cinto), teniendo cuidado que este no genere una carga adicional (afecta a la persona que se está evaluando), ni altera el resultado del trabajo.

El estudio de la frecuencia cardíaca se debería realizar, en lo posible durante todo el turno de trabajo, sin alterar las condiciones de trabajo; no se influye en el proceso de trabajo, no se le establecen límites a la persona que trabaja, ni aislarla del medio ambiente en que trabaja

Cuando una única persona desarrolla la tarea, la evaluación debe ser realizada sobre esa; si, por el contrario, son dos o más los colaboradores que realizan la actividad se debe elegir al más representativo. En el caso que la población laboral que realiza la tarea es numerosa se aconseja tomar las mediciones en más de uno y en lo posible en los extremos de la representatividad (al más apto y al menos apto), para en consecuencia saber que pasa con todos los que realizan la tarea laboral en estudio.

El objetivo del estudio de la frecuencia cardíaca es obtener el registro continuo de ella para conocer la variación en función del tiempo y de las magnitudes de carga a la cual está sometido el colaborador. El incremento del ritmo cardíaco con respecto a la frecuencia base de referencia (frecuencia cardíaca en reposo), es el indicador de la sollicitación a la cual está sometido el hombre y de la presencia de cansancio.

Para averiguar la frecuencia cardíaca de referencia (frecuencia cardíaca en reposo) se toma como el pulso del hombre en la postura laboral, al comienzo del turno, sin haber desarrollado la tarea, algunas veces no es posible así que se toma como esta al pulso del hombre en el puesto de trabajo en descanso.

Un concepto que nos falta aclarar es el límite de rendimiento continuo (LRC). Nos referimos al ritmo cardíaco permanece en un valor constante durante el desarrollo de la tarea, es decir que la provisión de oxígeno y la demanda de oxígeno se encuentra en equilibrio, esta dado porque la sollicitación se encuentra por debajo del límite de rendimiento continuo. Se puede deducir que hay un límite hasta donde se puede llegar manteniendo el equilibrio mencionado, por lo tanto, el límite de rendimiento continuo es el rendimiento máximo, a que se puede llegar una persona sana trabajando durante un período prolongado, sin agotarse, y sin que sea necesario otorgarle descanso adicional.

Se aconseja que cuando una persona tiene tareas de cortas duración y de elevada carga, una vez finalizada que continúe bajando un período (o fase de proceso) con tareas de menor carga, para de esta manera obtener un efecto de recuperación biológica.

Se toma como valor límite de sollicitación continua para un trabajo muscular dinámico pesado a un aumento de la frecuencia cardíaca de 40 pulsos/min. con respecto a la frecuencia de referencia.<sup>5</sup>

---

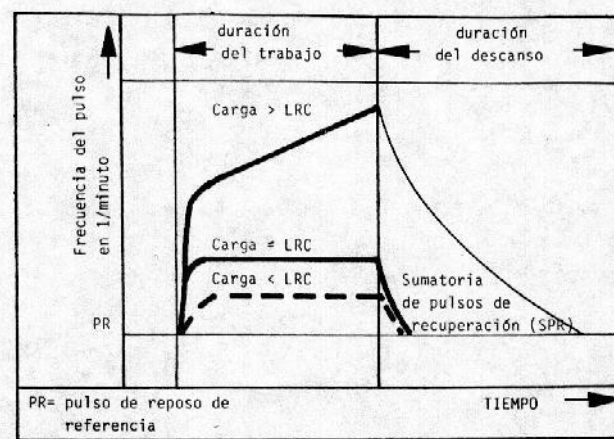
<sup>5</sup> algunos autores toman como referencia a la frecuencia cardíaca de la persona recostada en reposo.

El valor límite debe ser tomado con mucho cuidado, dado que este no toma en cuenta cargas adicionales como ser las del medio ambiente, diferencias corporales y de sexo, así como la hora del día (por el ritmo diario); en todos los casos es recomendable la consulta de un especialista.

En la Figura 4.126 se aprecia que, al finalizar la tarea, disminuye la frecuencia cardíaca hasta lograr el ritmo cardíaco inicial, esto se llama sumatoria de pulsos de recuperación. Con una carga constante y elevada puede llegarse a superar el equilibrio (límite de rendimiento continuo), en este caso la frecuencia cardíaca no se estabilizará, sino que por el contrario seguirá aumentando en forma continua. La representación del desarrollo de la frecuencia cardíaca de la figura solamente es válida para un trabajador

muscular dinámico pesado, y solo debe ser interpretada como referencia para tareas predominantemente corporales

Trabajando por encima del límite de rendimiento continuo, se necesita para la recuperación biológica del hombre mayores tiempos de descanso proporcionalmente mayores sumatorias de pulsos de recuperación. Por lo que se deduce que la sumatoria de pulsos de recuperación también puede ser utilizada como una magnitud para determinar la sollicitación corporal.

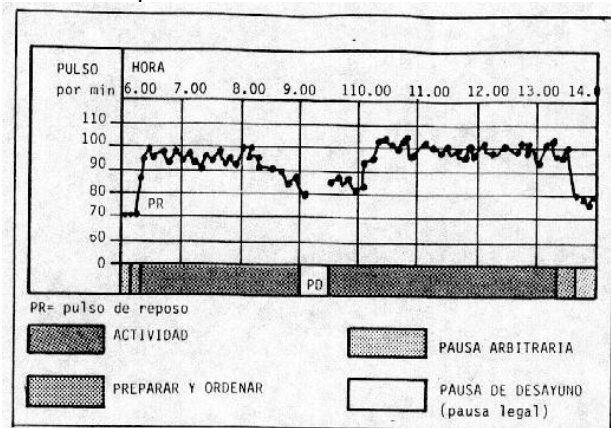


**Figura 4.126.** Evolución de la frecuencia cardíaca por encima y por debajo del límite de rendimiento continuo (LRC) en el transcurso de un trabajo muscular dinámico pesado (según Rohmert).

En resumen, podemos decir que todo trabajo por debajo del LRC no reviste problema alguno salvo que haya otro tipo de carga además de la muscular dinámica pesada, en cuyo caso hay que profundizar el estudio, cuando se llega al límite se puede trabajar sin problema y no debe haber otro tipo de carga. Por último, si se supera el LRC se corren riesgos de daño al hombre, pudiendo llegarse si se sobre limita a producir la muerte. Además, el tiempo de recuperación biológico no responde a una ley lineal con la carga laboral, sino que esta se aproxima a una función exponencial.

En la Figura 4.115 se presenta el ejemplo de Schmidtke de trabajo muscular dinámico en el que el ritmo cardíaco en el desarrollo del turno de trabajo permanece a un nivel casi constante. El es el resultado de una medición continua de un forjador en una fundición. Este es un trabajo ininterrumpido salvo una pausa arbitraria al comenzar el turno y otra al finalizarlo. En el trabajo del ejemplo no se sobrepasa el LRC.

En 1977, los estudios realizados por Strasser sobre sollicitación en tareas con procesamiento variable de información por ejemplo tareas de tipeo, demostraron un desarrollo casi constante del ritmo cardíaco sin incremento ni caídas importantes



**Figura 4.127.** Frecuencia cardíaca al trabajar en una fundición (Según Schmidtke).

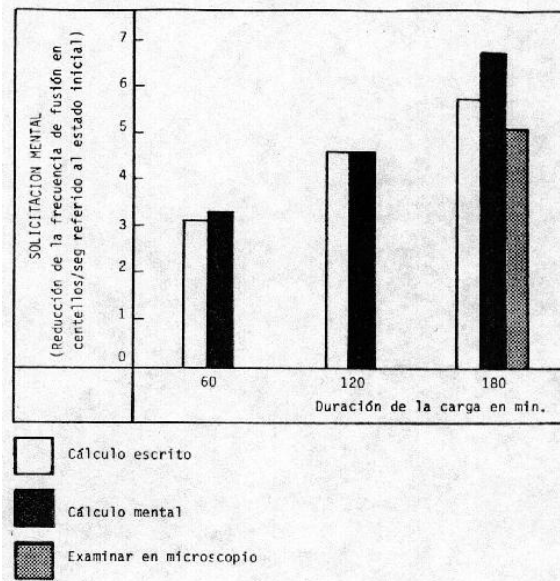
Rohmert en el año 1973 estudió en tareas técnico-informativas que si a una carga de elaboración de datos se le agrega presión por responsabilidad o injerencia de terceros, se genera en determinados casos,

un aumento del pulso instantáneo, por ejemplo en cabina de cambios y señales ferroviarios (CTC), tareas de pilotaje de aeronaves, etc.

De la misma manera que con el registro de la frecuencia cardíaca se trata el registro de la actividad eléctrica del ojo (Electro-oculograma; EOG), esta magnitud que se mide en forma continua, durante el período de actividad laboral.

La medición de la actividad eléctrica del ojo, es un método de medición fisiológica de los sentidos. Uno de estos, denominado de *Límite de fusión del parpadeo luminoso*, funciona al contrario a los métodos de registro continuo. El método consiste en medir antes y después de la realización de la tarea la frecuencia límite a la cual una secuencia de estímulos luminosos es percibida como una emisión continua. Sabiendo que modificaciones tanto en el estado del sistema nervioso vegetativo como en las funciones de la corteza cerebral llevan a disminuir los límites de fusión del párpado después de una carga mental, hecho que lleva a suponer la existencia de un aumento en la sollicitación mental. (Figura 4.128).

Existen, además, procedimientos de determinación psicológica de la sollicitación, consisten en registrar las opiniones personales sobre las sollicitaciones a las cuales se ve sometido el colaborador o sobre la necesidad de menores exigencias en el transcurso de la actividad. Este método tiene menores dificultades en su aplicación.



**Figura 4.128.** Influencia de la carga mental en el límite de fusión del parpado luminoso según Schmidtke (1973).

Hay otro método que consiste en un análisis estadístico de datos recopilados y de la discusión de los mismos, teniendo una aplicación similar al método de determinación psicológica de las sollicitaciones.

Los dos métodos anteriores tienen una percepción subjetiva que depende de lo que cree cada persona de sí misma, agregándose a ello la percepción también subjetiva de quien hace el estudio.

Para la determinar la sollicitación psicológica percibida, se puede realizar un modelo que, generalmente, cada colaborador puede recrear respecto a las tareas que desarrolla. Por ejemplo, en 1976 Nitsch presentó un modelo de análisis del estado de ánimo de una persona en el puesto de trabajo en el momento del relevo (Figura 4.129).

Estado propio	Referido al estado en el momento					
	apenas	algo	mediana-mente	bastante	preponderantemente	totalmente
	1	2	3	4	5	6
tensionado						
con sueño						
bien						
vigoroso						
de buen humor						

rutinario						
dispuesto al esfuerzo						
cargado de energías						
...						
...						
...						

**Figura 4.129** Escala de estado propio según Nitsch (1976)

En este formulario, parcial dado que el original consta de 91 conceptos, se registran en forma momentánea los estados de ánimo dependientes de la situación y de su propia interpretación que puede realizar el mismo colaborador, los conceptos tienen un código de seis niveles para la clasificación.

El Dr. Rohmert en conjunto con Rutenfranz y Ulich en 1971 presentaron el cuestionario para la sollicitación laboral (CSL), el cual contiene 70 características y fue preparada para la producción de la industria automatizada.

Hay muchos otros métodos para el estudio de la sollicitación psíquica, todos ellos deben ser aplicados con cuidado para garantizar un buen resultado. Previamente a la interpretación de algunos de ellos, se debe hacer un ensayo para detectar las reacciones de las personas e intentar eliminar toda subjetividad del encuestado todo cuanto sea posible. También es necesario trabajar con grupos de control y en este punto se debe tener cuidado que tanto el grupo de control como el resto de la población tengan actividades comparables, (no cometer el error de trabajar con administrativos y personal de producción.

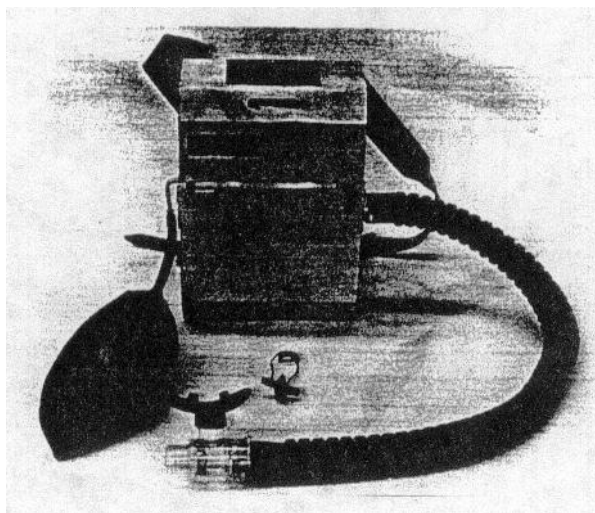
Con el tiempo están desapareciendo los trabajos predominantemente corporales esto es debido al continuo avance de la tecnificación de las actividades humanas. De todos modos, es casi imposible que estas desaparezcan totalmente y aún siguen siendo importantes en magnitud y frecuencia de aparición. Por ello se han determinado en forma científica los límites de sollicitación continua, para el cuestionamiento de la duración máxima posible de las tareas y así evitar accidentes por cansancio. (tareas de conducción de vehículo de todo tipo, camiones colectivos, trenes aviones buques, etc.). En estos casos es importante considerar las dispersiones de las características individuales en una población laboral, antes de aplicar cualquier tipo de medida o efectuar estudios (Laurig, 1982).

La determinación de la duración máxima del trabajo fue descrita por Laurig en 1977. Cuando se lleve a cabo un estudio en profundidad de la sollicitación de un puesto de trabajo, será importante aplicar todo tipo de procedimientos (fisiológicos, psicológicos, etc.), realizar las mediciones con cuidado para no tener desviaciones con la realidad, y hacer una buena clasificación de los datos antes de utilizarlos.

#### **4.7. Elementos de medición**

En la determinación de las cargas estudiadas, existe un elevado número de elementos de medición. En este capítulo solo citaremos alguna de ellos.

Para la medición del metabolismo se toma en cuenta valores de la Figura 4.117 y 4.119, así como la norma ISO 8996. Uno de los métodos es la medición de la respiración (CO<sub>2</sub> y CO directamente) de un colaborador mientras realiza su trabajo. En la figura 4.118 se presenta uno de los equipos utilizado por la medicina laboral y la ergonomía para este tipo de medición es el respirador (medidor de gases respirados).



**Figura 4.130.** Respirador (Müller y Franz)

A						B			
Posición corporal/actividad						Modo de trabajo			
Tipo de trab.	f (min)	kJ/min	kcal/min	kJ/ Tipo de trab.	kcal/ Tipo de trab.	kJ/min	kcal/min	kJ/ Tipo de trab.	kcal/ Tipo de trab.
1	0,15	3,3	0,8	0,50	0,12	16,7	4,0	2,51	0,60
2	0,71	7,1	1,7	5,06	1,21	16,7	4,0	11,67	2,84
3	0,35	7,9	1,9	2,76	0,66	25,1	6,0	8,78	2,10
4	0,12	3,3	0,8	0,42	0,10	16,7	4,0	2,0	0,48
5	0,18	7,1	1,7	1,29	0,31	-	-	-	-
6	0,67	7,1	1,7	4,76	1,14	-	-	-	-

A = 14,79 kJ (3,54 kcal)    B = 25,16 kJ (6,02 kcal)  
 A + B = 39,95 kJ (9,56 kcal)/todo el trabajo  
 E = 18,3 kJ (4,38 kcal)/min

**Figura 4.131.** Actividad elemental y energía de metabolismo

En la Figura 4.132 se muestra una persona que está trabajando en el momento que se está haciendo el estudio. El colaborador tiene colocados sensores, además del equipo de respiración; ambos están conectados por telemetría al equipo de transmisión de datos.



**Figura 4.132.** Persona realizando un estudio equipada con un sistema de envío de datos a distancia, sensores y medidor de gases de respiración. (Schanauber Zerlett).

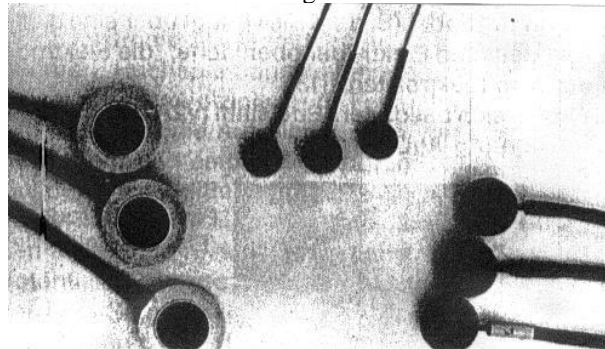
Para la medición del pulso, (frecuencia cardíaca), existen diversos sistemas para hacer las mediciones, que se utilizan según las necesidades y posibilidades, partiendo de los más sencillos hasta los más complejos. Para efectuar las mediciones antes de iniciar la actividad se suelen realizar directamente en la enfermería de la empresa en cambio las que se hacen en medio de la jornada se suelen hacer en el puesto de trabajo, salvo que este se pueda dejar, en cuyo caso también se puede hacer en la enfermería. Hay equipos de medición de la frecuencia del pulso los cuales funcionan mediante principios fotoeléctricos, uno de ellos se observa en la Figura 4.133.



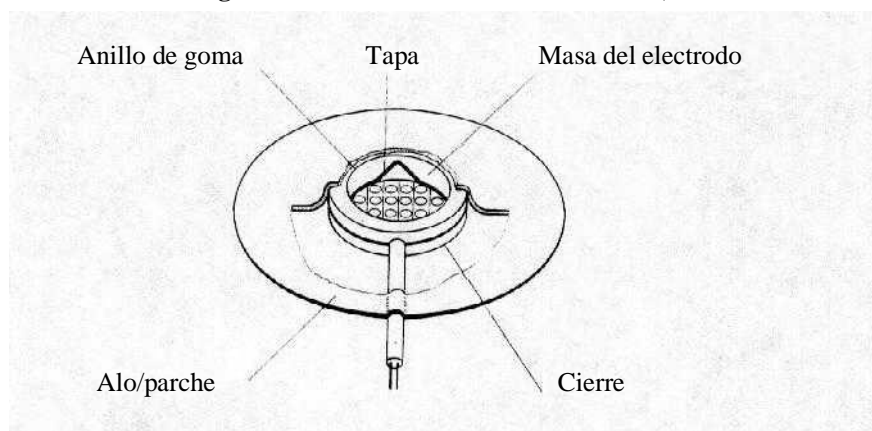
**Figura 4.133.** Equipo de medición de la frecuencia cardíaca, por foto sensibilidad, con batería y equipo de telemetría.

Los equipos fotoeléctricos trabajan colocando un sensor en las partes más transparentes del cuerpo, (las orejas), en ellas el sensor detecta el paso de la sangre (pulsos) por el aumento de la opacidad de la zona.

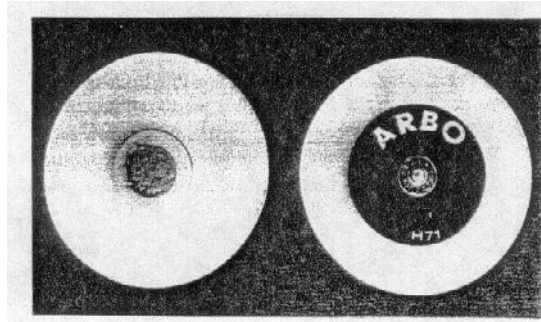
La mayoría de los demás equipos funcionan a través de sensores para tomar los datos (hacer la medición), a efectos informativo mostramos en la Figura 4.134 sensores de distinto tipo.



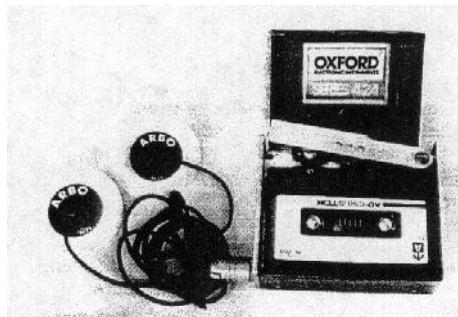
**Figura 4.134.** Sensores de distinto tamaño (electrodos)



**Figura 4.135.** Despiece de un electrodo de contacto indirecto



**Figura 4.136.** ambas caras de un electrodo



**Figura 4.137.** Equipo de medición analógico Oxford

El equipo de la Figura 4.1265 es utilizado para medición directa dado que no posee accesorio alguno que le permita transmitir a distancia.

Para tomar los datos del ritmo cardiaco mediante un electrocardiograma (ECG) se deben ubicar los sensores en posiciones bien definidas (Schnauber Zertett, 1984).

- 1- Intercostal a la derecha del esternón
- 2- Intercostal a la izquierda del esternón
- 3- Entre costillas
- 4- Intercostal a la izquierda al medio de la clavícula
- 5- Delante de la línea de la axila
- 6- Debajo al medio de la axila

En la Figura 4.127 se indica como se toma una ECG simplificada

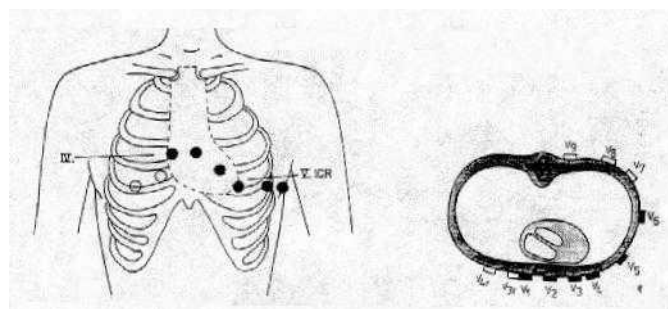




Figura 4.138. Ubicación de los sensores según Wilson

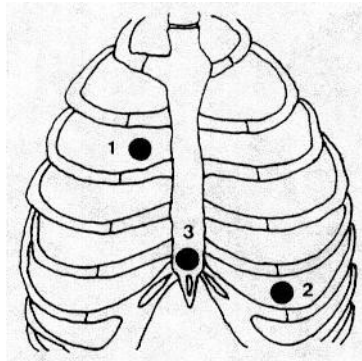


Figura 4.139. Toma simplificada de ub ECG (según, Schnauber Zerlett)

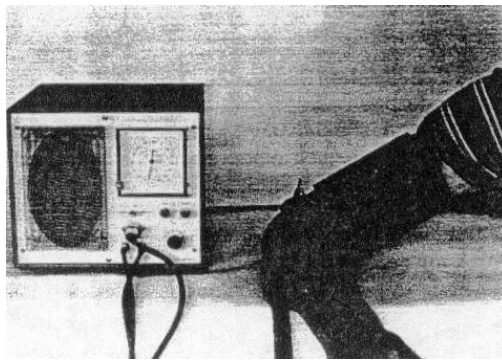


Figura 4.140. Medición de la presión arterial

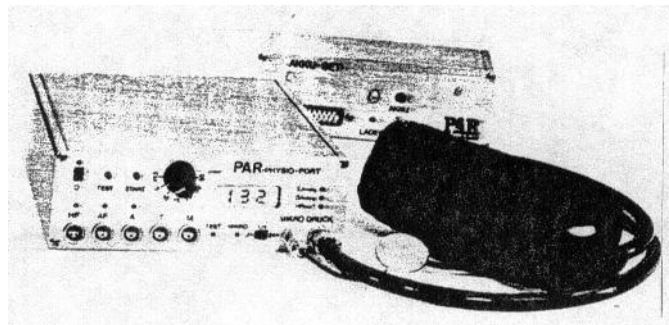
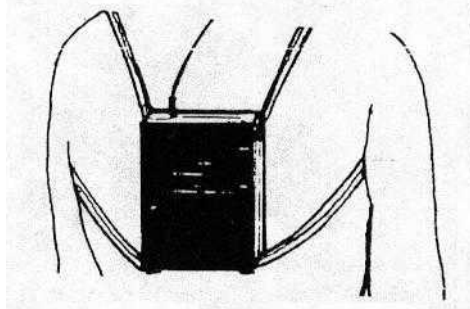
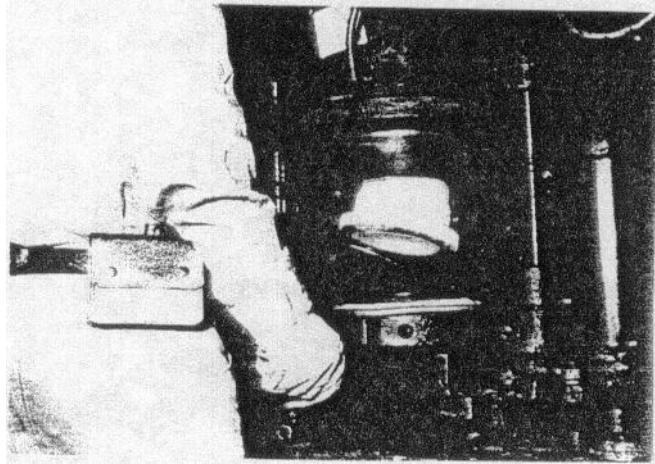


Figura 4. 141. Medidor de presión arterial

Para poder recopilar los datos de la información al hombre se le adicionan equipos de transmisión tales, como los que se presentan en las siguientes Figuras 4.130 y 4.131

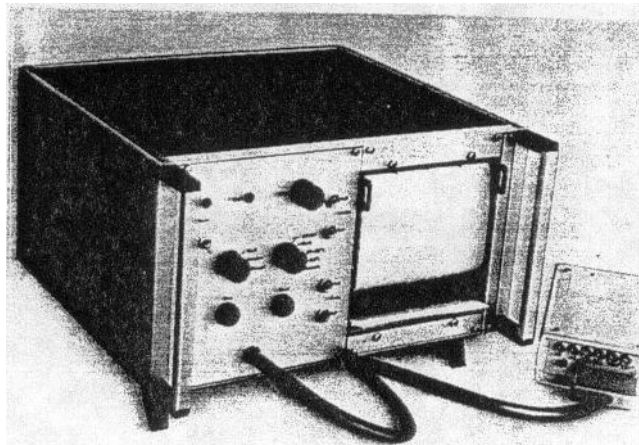


**Figura 4.142.** Equipo de transmisión de datos a distancias (Siemens), tipo mochila

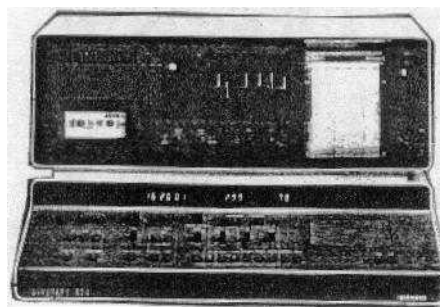


**Figura 4.143.** Equipo de transmisión a distancia (Gürtel), para llevar en el cinturón.

Los datos transmitidos desde un transmisor ubicado en hombre son recibidos decodificados, a veces grabados, y/o representados (graficados) por otro equipo ubicado en la base, es decir lugar donde se hace el estudio o se toman todos los datos para luego procesarlos en el lugar de investigación. Algunos ejemplos se muestran en las Figuras 4.132 y 4.133.

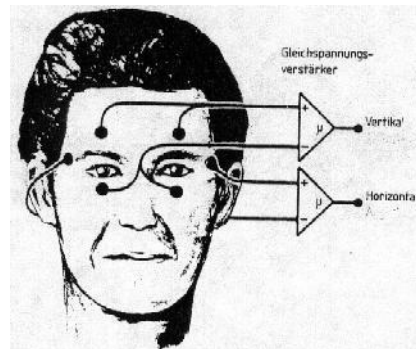


**Figura 4.144.** Equipo de recopilación y graficado de datos.



**Figura 4.145.** Equipo receptor decodificador grabador y graficador (Siemens)

Otro tipo de datos que se utilizan están representados en los siguientes ejemplos, en las dos siguientes figuras aparece las locaciones de los sensores para el estudio de actividad ocular (EOG) Electrografía ocular

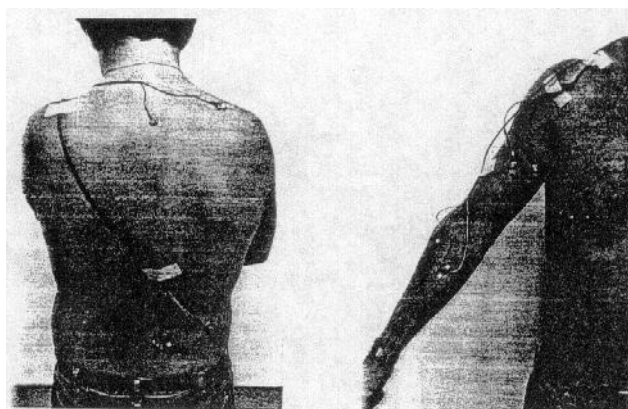


**Figura 4.146.** Esquema de la ubicación de los sensores verticales y horizontales (Schnauber Zerlett 1984)



**Figura 4.147.** Fotografía de la localización de los electrodos en un EOG (Schnauber Zerlett, 1984)

Por último, en las siguientes figuras se observa la medición de la actividad muscular a través de un electromiograma (EMG),



**Figura 4.148.** Ejemplos de ubicación de los sensores en un par de estudios de actividad muscular a través de electromiogramas (EMG).

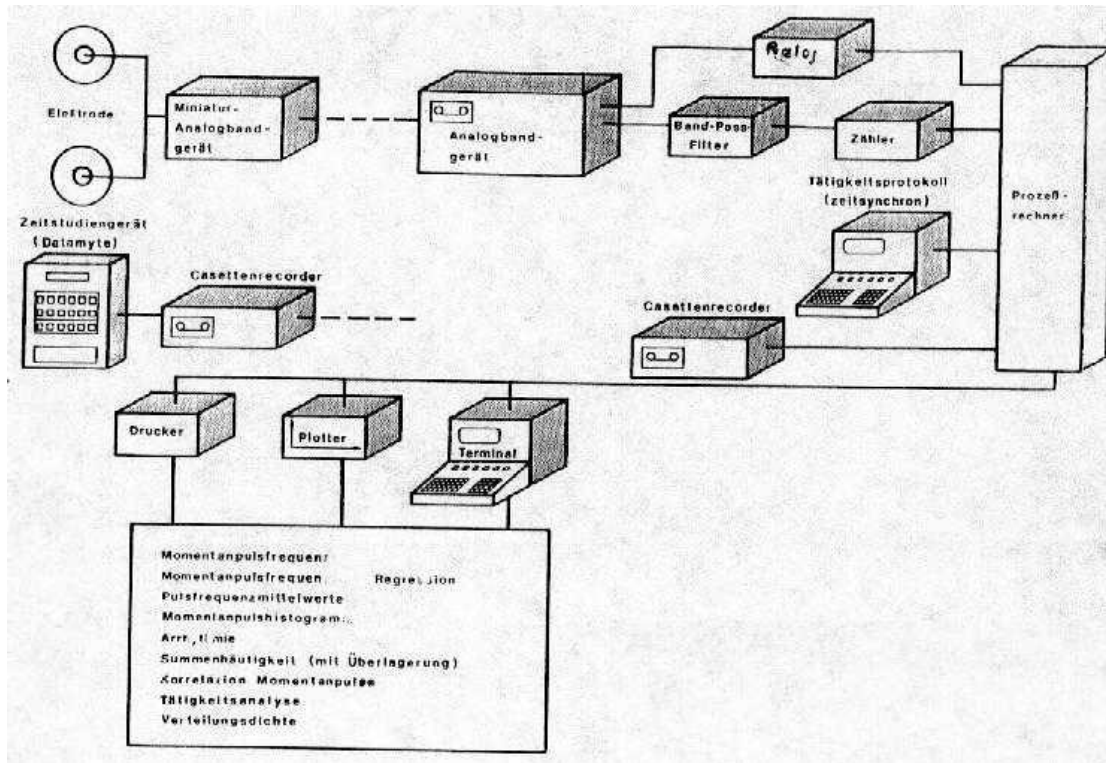
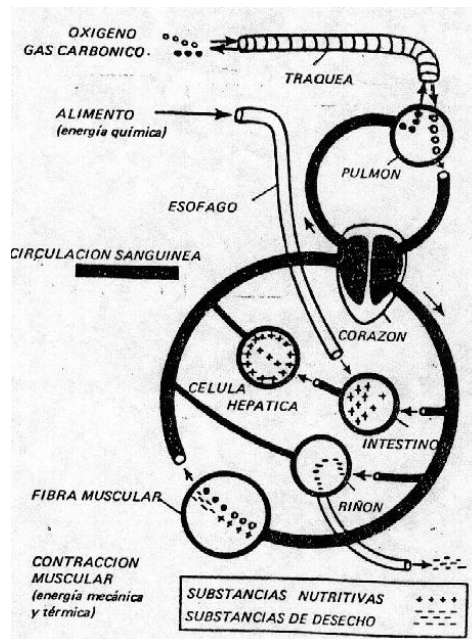


Figura 4.149. Esquema para toma de datos fisiológicos

#### 4.6 esquema del metabolismo y del intercambio energético durante el trabajo muscular



La cámara derecha del corazón bombea la sangre en el circuito menor a través del pulmón hacia la cámara izquierda del corazón, y ésta la reenvía en el circuito grande a través de los músculos y demás órganos hacia la cámara derecha. El oxígeno (O) llega al pulmón a través de la tráquea al respirar y pasa de allí a la sangre. El gas carbónico (O) pasa de la sangre al pulmón y se impele al ambiente a través de la

tráquea. Los alimentos pasan por el esófago y el estómago hasta el intestino, donde son disgregados en sustancias nutritivas (+), las que pasan después a la sangre. En el hígado se almacenan sustancias nutritivas. La sangre proporciona a las fibras musculares oxígeno y sustancias nutritivas, que en el curso de las contracciones musculares son transformadas en gas carbónico (O) y sustancias de desecho (-), para ser evacuados nuevamente a otra vez por intermedio de la sangre. Las sustancias de desecho se desprenden de la sangre en los riñones y pasan a la orina (Müller-Splitzer, 1982).

---

<sup>6</sup> Fuente Müller/Splitzer “El trabajo bien interpretado”, editorial R. Oldenberg München

## **BIBLIOGRAFIA, del capítulo 4**

**Alcobé, Santiago, Biología Humana. Editorial Labor S. A. Barcelona 1957.**

**Dr. Ing. Alvarez Zárate, José Manuel, Conferencia de MAPFRE, Buenos Aires 2011**

**Grandjean E.: Physiologische Arbeitsgestaltung (1991)**

**Fundación REFA de Argentina: REFA, "Modulo 1", Tema 3, 1988.**

**Fundación REFA de Argentina: REFA, "Modulo 1", Tema 4 (Ergonomía), 1988.**

**Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. Köln N° 75 (junio 1978)**

**Instituto MAPFRE/Ergonomia Actualización en ergonomía y Psicología aplicada Buenos Aires 2011**

**ISO Normas 6383  
8996**

**Prf. Dr. Ing. Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. Beuth Verlag GmbH . Berlin. Köln 1992**

**Dr. Ing. Johannes Henrich Kirchner und Dr. Ing. Eckart Baum.  
Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter**

**Prof. Dr. Med. Theodor Hettinger; Dipl. Ing. Bernd Hahn. Schwere Lasten-leicht gehoben Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung. München 1991**

**Prof Dr. Med. Hettinger, Theodor. Schwere Lasten-leicht gehoben. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung. München 1991**

**Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. Helmunt Krueger, Prof. Dr. med. Wolf Müller Limmroth.  
Arbeiten mit den Bildschirmarbeitern richtig. Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnung**

**Prof Dr. Med. Müller, Wolf-Limmroth bearbeitet von Dr. Reinhard Schug. Arbeit und Stress. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung. München 1990**

**Landan, K.: Auswirkungen der Mikroelektronik aus arbeitswissenschaftlicher Sicht. In REFA Nachrichten, (1980)**

**Ing. Maestre, Diego Marcelo. Ergonomía y Psicología 4° Ed. Ed. Fundación Confemetal Madrid 2003**

**Mc Kornick, Ernest J.: "Elementos de Ergonomia"., Editorial Gustavo Gil S.A. Barcelona (1980).**

**McCormich. Human Factors in Engineering and Design. Editorial Gustavo Gill, S.A., Barcelona 1980**

**Rohmert, W.. Grundlagen der technischen Arbeitsgestaltung."(1981)**

***Schnauber Zerlitt. Beanspruchungs-messmethoden Verlag TÜV Rheinland. Köln (1984)***

**Schmisdke, H.: "Lehrbuch der Ergonomie 2. Auflage, Carl Hanser Verlag", München-Vien, (1981).**

**UGT de España: Informe**

**Villee, C. A. Biología – Editorial EUDEBA. Buenos Aires 1965**

## **CAPITULO 4 INDICE**

- 4. CARGA Y SOLICITACION**
- 4.1. INTRODUCCION**
- 4.2. ORIGEN DEL CONCEPTO DE SISTEMA LABORAL**
- 4.2.1. SISTEMA**
- 4.2.2. TIPOS DE SISTEMAS**
- 4.2.3. SISTEMA LABORAL**
- 4.2.4. ELEMENTOS DE UN SISTEMA LABORAL**
- 4.2.4.1. PERSONAS, MEDIOS DE ELABORACIÓN Y OBJETO A ELABORAR**
- 4.2.4.2. SISTEMA HOMBRE MAQUINA**
- 4.3. CONCEPTO DE CARGA Y SOLICITACION**
- 4.3.1. MEDICION DE LAS CARGAS**
- 4.3.2. TRABAJO PREDOMINANTEMENTE CORPORAL**
- 4.3.2.1. HUESOS, ARTICULACIONES Y MUSCULOS EN GENERAL**
- 4.3.2.2. HUESOS**
- 4.3.2.3. ARTICULACIONES**
- 4.3.2.4. MUSCULOS**
- 4.3.2.5. CAPACIDAD MUSCULAR**

**4.3.3. MANOS Y BRAZOS**

**4.3.3.1. PIEL, MÚSCULOS Y TENDONES**

**4.3.3.1.1. HERIDAS Y CORTES**

**4.3.3.1.2. AMPOLLAS Y CALLOSIDADES**

**4.3.3.1.3. SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO**

**4.3.3.1.4.1. TENDINITIS**

**4.3.3.1.4.2. TENDOSENUVINITIS**

**4.3.3.1.4.3. WIITIS**

**4.3.3.1.4. ESGUINSES Y DISTENCIONES**

**4.3.3.1.5. EPICONDITIS**

**4.3.3.1.6. BURSITIS O HIGROMA**

**4.3.3.1.7. NEUROPATIAS POR APLASTAMIENTO DEL NERVIIO CUBITAL**

**4.3.3.1.8. GANGLIÓN**

**4.3.3.1.9. CELULITIS**

**4.3.3.1.10. DEDO EN RESORTE**

**4.3.3.1.11. DESGARRO**

**4.3.3.2. ARTERIAS, VENAS Y NERVIOS**

**4.3.3.2.1. LESIONES DE LOS NERVIOS Y VASOS SANGUINEOS DIGITALES**

**4.3.3.2.2. ESTIRAMIENTO/COMPRESIÓN DEL NERVIIO MEDIANO DE LA MUÑECA**

**4.3.3.2.3. FALTA DE RIEGO SANGUÍNEO**

**4.3.3.2.4. PROBLEMAS CERVIÑO BRAQUIALES**

**4.3.3.3. HUESOS Y ARTICULACIONES**

**4.3.3.3.1. DEFORMACIONES ARTICULARES**

**4.3.3.3.2. INFLAMACIÓN DE CÁPSULAS ARTICULARES**

**4.3.3.3.3. BURSITIS**

**4.3.3.3.4. ARTROSIS**

**4.3.4. HOMBROS**

**4.3.5. ESPALDA**

**4.3.5.1. COLUMNA CERVICAL**

**4.3.5.2. LUMBALGIAS**

**4.3.6. MIEMBROS INFERIORES**

**4.3.7. ESFUERZOS**

**4.3.7.1. MANEJO DE CARGAS**

**4.3.8. ESQUEMAS DE MOVIMIENTOS PARA LEVANTAR PESOS O MOVER CARGAS**

**4.4. METABOLISMO**

**4.5. TRABAJO PREDOMINANTEMENTE INFORMATIVO MENTAL**



**4.6. MEDICION Y EVALUACION DE LA SOLICITACION**

**4.7. ELEMENTOS DE MEDICIÓN**

**4.8. ESQUEMA DEL METABOLISMO Y DEL INTERCAMBIO ENERGETICO DURANTE  
EL TRABAJO MUSCULAR**

**BIBLIOGRAFIA**

## **CONSIDERACIONES ANTROPOMÉTRICAS DEL PUESTO DE TRABAJO**

La Ergonomía es la parte de estudio del trabajo que, por medio de la utilización de conocimientos anatómicos, antropométricos, fisiológicos, psicológicos, sociológicos y técnicos, desarrolla métodos para la determinación de los límites que no deben superarse en la realización de las distintas actividades laborales. En otras palabras, es la adaptación del medio al hombre, es la determinación científica de la conformación de puestos de trabajo.

Nota:

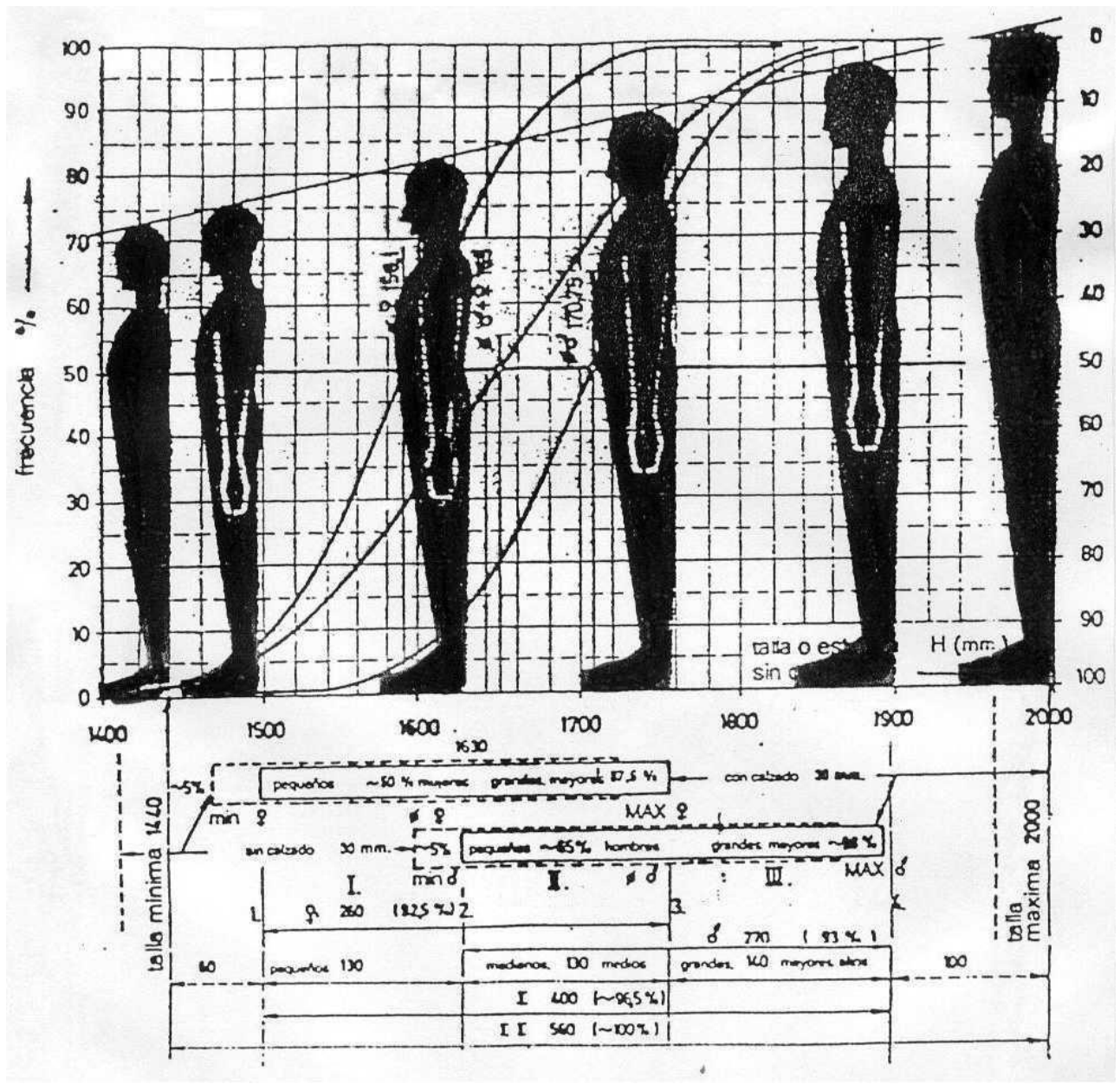
Se denomina conformación del puesto de trabajo al diseño del mismo y como reconfiguración del puesto de trabajo al rediseño de uno existente, la mayoría de los técnicos utilizan en forma genérica el término conformación para señalar a ambos.

La antropometría, es uno de los factores que se consideración para dimensionar de todo lo que utiliza el hombre (herramientas, medios de elaboración etc.). Se la define como la ciencia de la determinación y aplicación de las medidas del cuerpo humano.

### **5.1. Dimensiones del cuerpo humano**

Las medidas del cuerpo humano, ya sea en reposo o en movimiento están determinadas por el largo de los huesos, las capas musculares y la mecánica de las articulaciones. Para una correcta conformación del puesto de trabajo es necesario el conocimiento de las medidas más importantes del cuerpo humano y las extensiones de los movimientos de las manos, brazos, piernas y pies.

Las dimensiones y proporciones del cuerpo humano son muy diferentes de una persona a otra; distribuyéndose la población según se observa en la figura 5.1. , en una serie de curvas que varían de acuerdo a que población se estudia, masculina o femenina o mixta. Sin embargo, para poder interpretar correctamente este tipo de gráfico es necesario el conocimiento de distribución estadística por frecuencia. Con el fin realizaremos una introducción a elementos de estadística.



**Figura 5.1.** Polígono de frecuencias acumuladas en la década del 70. Según P. Jenik (Escuela Técnica Superior de Darmstadt), la estatura actúa como parámetro antropométrico básico del que se deducen proporcionalmente las otras dimensiones del cuerpo tales como el perímetro torácico, longitud de brazos, longitud de piernas, tamaño de pié, etc. Estas dimensiones no se han considerado en función de sus valores medios sino en función de su frecuencia. Con las medidas del cuerpo humano comprendida entre las tallas 1630 hasta 1900 m.m., en cuyo margen están comprendidas casi el 90 % de las frecuencias correspondientes a la población masculina activa de la Europa central.

## 5.2. Estadística

### 5.2.1. Distribución de frecuencias

Se define como; *la toma de datos* a la obtención de una colección de datos que no han sido ordenados numéricamente. Por ejemplo, es el conjunto: el conjunto de la altura de 100 personas empleadas en un taller, sacadas de una lista ordenada en forma alfabética.

Cuando se dispone de un gran número de datos es muy útil distribuirlos en clases o categorías y *determinar el número de individuos pertenecientes a cada clase, que es la frecuencia de clase.* Una

ordenación tabulada de los datos, reunidas en clases y con las frecuencias correspondientes a cada una, se conoce como una *distribución de frecuencias o tabla de frecuencias*.

La tabla indicada a continuación nos muestra una distribución de frecuencias de 100 árboles medidos en un determinado monte.

ALTURA (en metros)	NÚMERO DE ÁRBOLES
4,0 – 4,5	7
4,5 – 5,0	27
5,0 – 5,5	42
5,5 – 6,0	18
6,0 – 6,5	6
	100

**Figura 1.2.** Tabla de las alturas de los árboles

La primera clase o categoría, por ejemplo, corresponden las alturas de 4,0 a 4,5 metros, y viene indicada por el símbolo 4,0 – 4,5. Puesto que 7 árboles tienen una altura perteneciente a esta clase es 7.

Los datos indicados y resumidos como en la distribución de frecuencia anterior se suele llamar datos agrupados. Aunque con el proceso de agrupamiento por lo general se pierde parte de la precisión original de los datos, tiene la importancia de presentarlos todos en un cuadro que facilita el hallazgo de las relaciones que hay entre ellos.

### 5.2.2. Intervalo de clase

- ▶ Un símbolo que define una clase, tal como 4,0 – 4,5 (Figura 5.2), se conoce como *intervalo de clase*.
- ▶ Los números extremos de un intervalo de clase (4,0 y 4,5) son los *límites de clase*.
- ▶ El número menor (4,0) es el *límite inferior de la clase*, y el número mayor (4,5) es el *límite superior de la clase*.

Los términos *clase e intervalo de clase* se utilizan a menudo en forma indistinta, aunque el intervalo de clase es un símbolo para la clase.

Un intervalo de clase que, al menos teóricamente, no tiene límite superior o inferior, se denomina *intervalo de clase abierto*. Por ejemplo, al referirse a la edad de grupos de individuos, el intervalo de clase “mayores de 65 años” es un intervalo de clase abierto.

Si las alturas se registran con aproximación de metros, el intervalo de clase 4,0 – 4,5 teóricamente incluye todas las medidas desde 4,0 a 4,5 metros. Estos números (representados brevemente por los *números exactos 4,0 y 4,5*); se conocen como *límites reales de clase o límites verdaderos de clase*. El menor de ellos (4,0) es el *límite real inferior*, y el mayor de ellos (4,5) es el *límite real superior*. En la práctica, los límites reales de clase se obtienen sumando al límite superior de un intervalo de clase el límite inferior del intervalo de clase contiguo superior y dividiendo por dos. A veces, los límites reales de clase se utilizan para simbolizar las clases; por ejemplo: las diferentes clases de la tabla de la Figura 5.2 podría indicarse por  $4,0 - 4,5 > 4,5 - 5,0$ , etc.

### 5.2.3. Tamaño y marca de clase

El tamaño o el ancho de un intervalo de clase es la diferencia entre los límites reales de clase que lo forman y se conoce como *anchura de clase, tamaño de clase o longitud de clase*. Si todos los intervalos de clase de una distribución de frecuencias tienen igual anchura, esta anchura común se representa por *c*. En tal caso, *c* es igual a la diferencia entre dos sucesivos límites de clase inferiores o superiores. Para los datos de la tabla de la Figura 5.2, el intervalo de clase será

$$c = 4,5 - 4,0 = 5,0 - 4,5 = 0,5.$$

La marca de clase es *el punto medio del intervalo de clase*, y se obtiene sumando los límites inferior y superior de la clase y dividiendo por dos. Así, la marca de clase del intervalo 4,5 – 4,0 es:

$$(4,5 + 4,0) / 2 = 4,25.$$

La marca de clase se llama también punto medio de la clase. Normalmente, las observaciones pertenecientes a un intervalo de clase dado se suponen coincidentes con la marca de clase. Así, todas las alturas en el intervalo de clase 4,0 – 4,5 metros se consideran como de 4,25 metros.

## 5.2.4 histograma

Un histograma o histograma de frecuencia consiste en una serie de rectángulos que tienen:

1. Sus bases sobre el eje horizontal (X), con centro en las marcas de clase y longitud igual al tamaño de los intervalos de clases.
2. Superficies proporcionales a las frecuencias de clase.

Si los intervalos de clases tienen todos igual tamaño, las alturas de los rectángulos son proporcionales a las frecuencias de clase. En tal caso, a tomar las alturas numéricamente iguales a las frecuencias de clase. Si los intervalos de clase no son de igual tamaño, estas alturas deberán ser calculadas previamente.

Un *polígono de frecuencias* es un gráfico de línea trazado sobre las marcas de clase. Puede obtenerse uniendo los puntos medios de los techos de los rectángulos en el histograma (ver figura 5.3).

Número  
de  
árboles

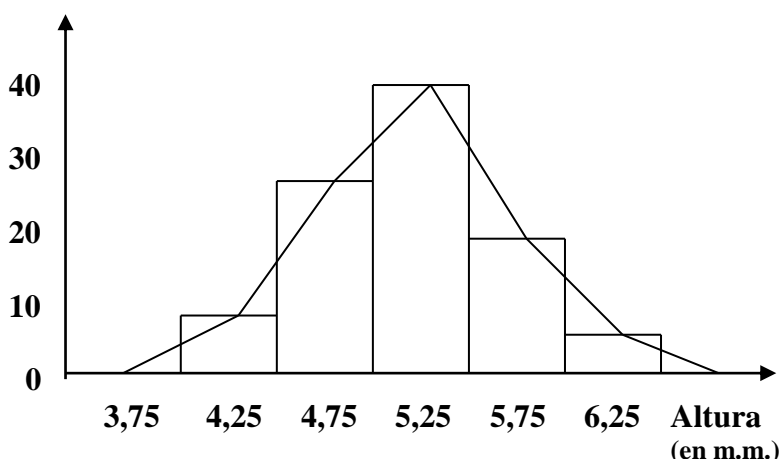


Figura 5.3. **Histograma.**

El histograma y el polígono de frecuencia correspondiente a la distribución de frecuencias correspondiente a la distribución de frecuencias de las alturas de los árboles se muestran superpuestos en el gráfico anterior. Se acostumbra a prolongar el polígono con PQ y RS hasta las marcas de clase inferior y superior inmediatas, que corresponderán a la clase de frecuencia cero. La suma de las áreas de los rectángulos es igual al área total limitada por el polígono de frecuencia y el eje X.

La frecuencia relativa de una clase de frecuencia de la clase dividida por el total de frecuencia de todas las clases y se expresa generalmente como porcentaje. Por ejemplo, la frecuencia relativa de la clase 5,5 – 6,0 es  $42 / 100 = 42 \%$ . La suma de las frecuencias relativas de todas las clases es igual a  $100 = 100 \%$ .

Si la frecuencia en la anterior tabla de frecuencias se sustituye por las correspondientes frecuencias relativas, la tabla resultante se llama distribución de frecuencias relativas, distribución porcentual o tabla de frecuencias relativas.

Las representaciones gráficas de distribuciones de frecuencia relativa pueden obtenerse del histograma o polígono de frecuencias, sin más que cambiar la escala vertical de frecuencia a frecuencia relativa, conservándose exactamente el mismo diagrama. Los gráficos que resultan se llaman histogramas

de frecuencias relativas o histogramas porcentuales y polígonos de frecuencias relativas o polígonos porcentuales, respectivamente.

### 5.2.5. Curvas de frecuencia. Ojivas

La frecuencia total de todos los valores menores que el límite real superior de clase de un intervalo dado, se conoce como frecuencia acumulada hasta ese intervalo de clase inclusive. Por ejemplo, la frecuencia acumulada hasta el intervalo de clase 5,5 – 6,0 inclusive (según la tabla de la Figura 5.3) es  $7 + 27 + 42 = 76$ , lo que significa que 76 árboles tienen una altura menor a 6.0 metros.

A una tabla que representa las frecuencias acumuladas se llama distribución de frecuencias acumuladas, tabla de frecuencias acumuladas, o, brevemente, distribución acumulada, por ejemplo, como la que se muestra en la figura 5.4.

ALTURA (en metros)	NÚMERO DE ARBOLES
< que 4,0	0
< que 4,5	7
< que 5,0	34
< que 5,5	76
< que 6,0	94
< que 6,5	100

Figura 1.4.

Se llama polígono de frecuencias acumuladas u ojiva a un gráfico que muestre las frecuencias acumuladas menores que cualquier límite real superior de la clase trazado sobre los límites reales superiores de clase. Se muestra un ejemplo de este en el gráfico de la Figura 5.5 para la distribución de la altura de los árboles.

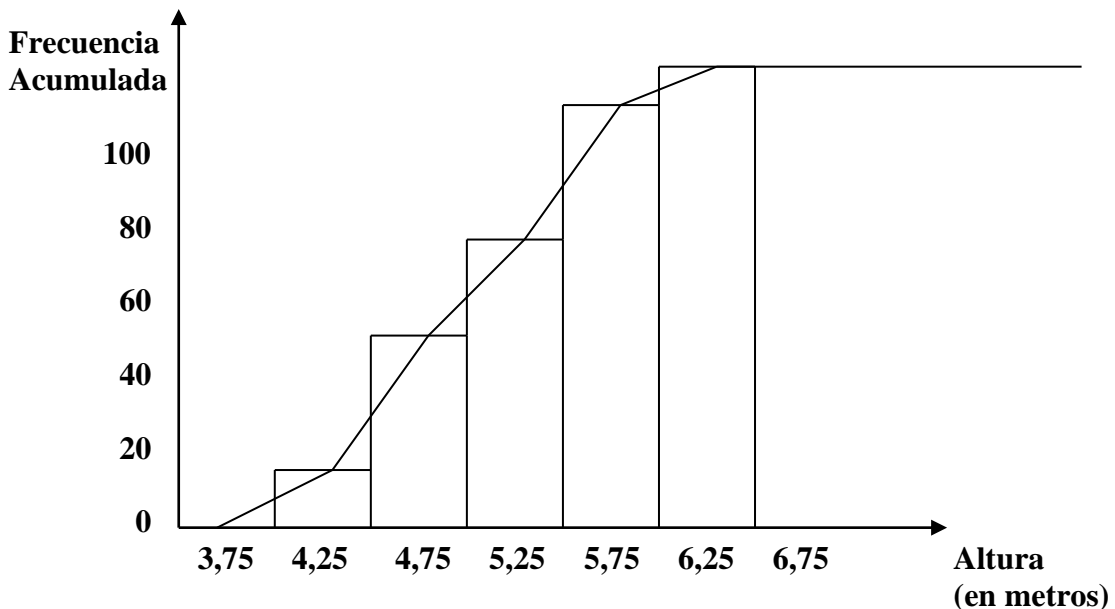


Figura 5.5. Polígono de frecuencias acumuladas

En algunos casos es preferible considerar una distribución de frecuencias acumuladas de todos los valores mayores o iguales al límite real inferior de clase de cada intervalo de clase. En este caso consideramos las alturas de 3,75 metros o más, 4,25 metros o más, etc., y esta se llama *distribución acumulada o más* mientras que la considerada anteriormente es la *distribución acumulada menor que*. De la una se obtiene fácilmente la otra. Las correspondientes ojivas sin especificar, se entenderá que son del tipo *menor que*.

### 5.2.6. Medida de centralización

Normalmente, ante información primaria cuantitativa, la estadística busca obtener, con cálculos sencillos, los valores significativos, representativos de la distribución interna de un proceso que debe ser analizado. Esto lo consigue con los denominados promedios y medidas de dispersión.

Mediante el promedio, los gráficos en estadística tienen la intención de pretender representar con un solo valor, todo el significado de una larga lista de datos que componen lo intrínseco del problema. Al aceptarlo se desconocen las variaciones y se concentra la atención sobre un valor determinado. Esto da origen al hecho que siempre se acompañe con otra medida cuantitativa, que mide esa distribución o variación. A pesar de las limitaciones este par de medidas tiene características muy positivas; facilidades de cálculo y sencillez en la interpretación.

Como ya dijimos, estos valores son muy útiles, pero no debemos olvidar que, en el fondo, lo que en realidad interesa es la edad de “esa” población, o que “aquella pieza está dentro de las especificaciones fijadas”. Al llegar a la etapa de utilización de los elementos, nos interesa la edad como unidad y no un promedio que sea representativo.

Así como en la geometría y el dibujo resolvemos problemas con lápiz, compás y regla, en el campo de las decisiones podemos llegar a concretar algo utilizando, con criterio, los elementos mencionados anteriormente.

Basándonos en que un promedio es un valor típico o representativo de un conjunto de datos que tiende a situarse en el centro de ese conjunto, ordenado según su magnitud, los promedios se conocen también bajo la denominación de *medidas de centralización*.

### 5.2.7 media aritmética

La media aritmética, o simplemente media de un conjunto de N números  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ , se representa por  $\bar{X}$  (léase “X barra”) y se define como:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N} = \frac{\sum X}{N}$$

Ejemplo: La media aritmética de los números 8, 3, 5, 12, 10, es:

$$\bar{X} = \frac{8 + 3 + 5 + 12 + 10}{5} = \frac{38}{5} = 7,6$$

### 5.2.8. CUARTILES; DECILES; PERCENTILES

Si una serie de datos se coloca en orden de magnitud, el valor medio (o la media aritmética de los valores medidos) que divide al conjunto de datos en dos partes iguales es la mediana. Por extensión de esta idea, se puede pensar en aquellos valores que dividen a los datos en cuatro partes iguales.

Los valores antes mencionados, y que pueden ser representados por  $Q_1, Q_2, Q_3$ , se llamarán primero, segundo y tercer cuartil, respectivamente, y el valor de  $Q_2$  resulta igual a la mediana. Análogamente los valores que dividen los datos en diez partes iguales se llaman deciles y se representan por  $D_1, D_2, D_3, \dots, D_9$ , mientras que los valores que dividen los datos en cien partes iguales se llaman percentiles y se representan  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_{99}$ .

El quinto decil y el quincuagésimo percentil se corresponde con la mediana. Los percentiles  $P_{25}$  y  $P_{75}$  se corresponden con el primer y tercer cuartil respectivamente.

El conjunto de los cuartiles, deciles, percentiles y otros valores obtenidos por subdivisiones análogas de los datos se llaman, generalmente, cuantiles.

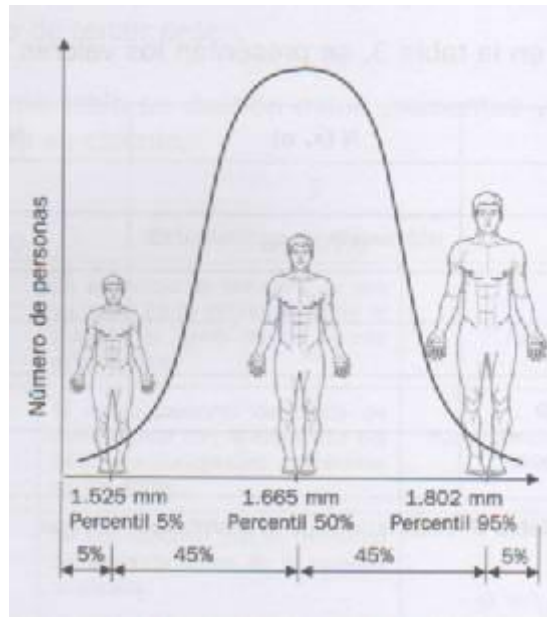


Figura 5.6. Representación de los percentiles

La distribución de probabilidad para variables continuas es la distribución normal o cuasina la que está definida por la ecuación

$$Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2\sigma^2} (x - \bar{x})^2}$$

En donde:

$\bar{x}$  = media aritmética  
 $\sigma$  = desviación típica

Cuando la media aritmética o momento de primer orden de la distribución es 0 y la desviación vale 1, se tiene una forma canónica de la distribución normal N(0,1), por lo tanto la ecuación correspondiente es

$$Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} Z^2}$$

Quedando la distribución dada por la siguiente ecuación

$$\Phi(Z) = P(\xi \leq Z) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} x^2} dx$$

### 5.3. Medidas corporales

La antropometría es la ciencia de la determinación y aplicación de las medidas del cuerpo humano. Como ya dijimos, las medidas del cuerpo humano tanto en reposo como en movimiento están determinadas por la longitud de sus huesos, el espesor de las capas musculares y de los tejidos, y de la forma y mecánica de las articulaciones. Para la conformación del puesto de trabajo es importante conocer las dimensiones más importantes del cuerpo y la extensión respectiva de las zonas de movimiento de las manos y de los pies, con el fin de lograr las posturas naturales, es decir, las posiciones del tronco, de los brazos y de las piernas que no generen esfuerzos estáticos, y los movimientos naturales indispensables en



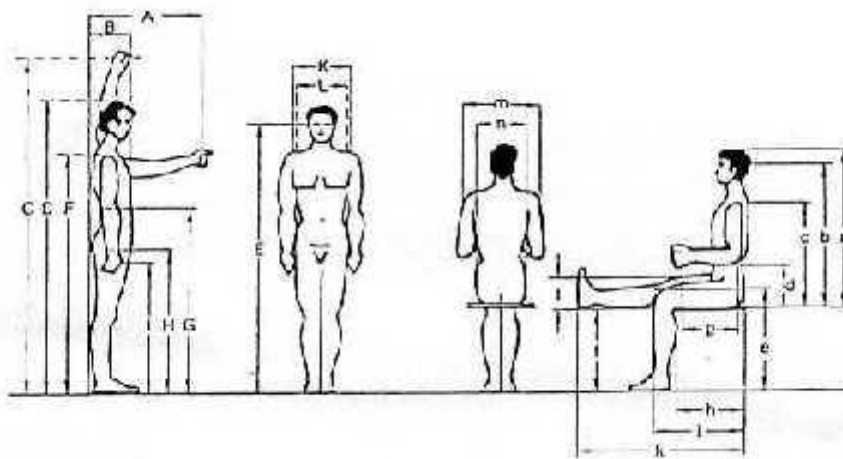
un trabajo eficaz. Es por lo tanto imprescindible que el puesto de trabajo se adapte a las dimensiones del trabajador.

Esta necesidad genera una serie de problemas importantes, la gran variedad de estaturas de cada sexo y las diferencias corporales entre ambos sexos, (como se ve en la figura 5.1), a demás hay que agregar también las diferencias existentes entre las distintas razas, habitantes de zonas diferentes, (llanura, montaña), etc.

No es suficiente crear puestos de trabajo para una persona media, pues la conformación del puesto de trabajo, no solo se debe tener en cuenta el valor medio, (promedio) de la población, pues en dicho puesto de trabajo también desarrollaran actividades personas pequeñas y grandes, para las que las condiciones de comodidad deben ser igualmente adecuadas. Por lo tanto, es lógico tener en cuenta los individuos de dimensiones más grandes, por ejemplo, predecir el sitio que se debe reservar para la ubicación de las piernas debajo del escritorio, mesa o mesada, o de los más pequeños, para estar seguro de que pueda alcanzar las cosas y que estas no se encuentren fuera de su alcance natural. Pensamos que, si la altura de las puertas estuviese calculada para las personas de talla media, las personas altas se golpearían la cabeza contra el dintel de la puerta al intentar pasar por ellas.

Sabemos que las dimensiones y proporciones del cuerpo son muy diferentes de una persona a otra. En la figura 5.8. se da una tabla con las principales medidas del cuerpo humano según la Norma DIN 33.402 (segunda parte). Se dan en ella las medidas medias aritmética como también los valores límites, (superior e inferior). Dichos valores límite han sido establecidos de manera tal que solo el 5% de las personas sometidas a estudio evidencian valores mayores al límite superior y otro 5% acusan valores menores al límite inferior.

En la tabla de la figura 5.8 se tomaron los valores para la población de las personas entre 16 y 60 años de edad, del país (Alemania), En nuestro país IRAM anunció, en el año 1997, su intención de confeccionar una tabla adecuada, pero mientras no la efectúe tendremos que limitarnos a utilizar tablas hechas en otros países para poblaciones diferentes. Si se deseara utilizar esta tabla hay que tener en cuenta varios factores, uno es que la población de las ciudades argentinas es de origen europeo mediterráneo, (latino), y las tablas alemanas están hechas con personas germanas, y el germano tiene piernas más largas y talle más corto que el latino, elementos a tener en cuenta al utilizar las tablas, además la población va ganando altura de generación en generación, probablemente, debido a las mejores condiciones de vida en las que se encuentra.



Designación	HOMBRES			MUJERES		
	Valor límite inferior	Valor medio	Valor límite superior	Valor límite inferior	Valor medio	Valor límite superior
En posición erguida						
A Alcance hacia delante	662	722	787	616	690	762
B Profundidad del cuerpo parado	233	276	318	238	285	357
C Alcance hacia arriba	1910	2051	2210	1748	1870	2000
D Estatura	1629	1733	1841	1510	1619	1725
E Altura de los ojos parado	1509	1613	1721	1402	1502	1596
F Altura de los Hombros	1349	1445	1542	1234	1339	1436
G Altura de los codos desde el piso	1021	1096	1179	957	1030	1100
H Altura entre piernas	752	816	886	-	-	-
I Altura de la mano	728	767	828	664	738	803
K Ancho de hombros entre acromios	367	398	428	323	355	388
L Ancho de la cadera	310	344	368	314	358	405
En posición de sentado						
a Altura del cuerpo desde asiento	849	907	962	805	857	914
b Altura de los ojos desde asiento	739	790	844	680	735	785
c Altura de los hombros	561	610	655	538	585	631
d Altura de los ojos desde asiento	193	230	280	191	233	278
e Altura de las rodillas	493	535	574	462	500	542
f Largo de pantorrilla a pie	399	442	480	351	395	434
g Distancia de codo a pie de agarre	327	362	389	292	322	364
h Profundidad del cuerpo sentado	452	500	552	426	484	532
i Distancia nalga rodilla	554	559	645	530	587	631
k Distancia nalga pie	964	1035	1125	955	1044	1126
l Espesor del muslo	117	136	157	118	144	173
m Ancho sobre los codos	399	451	512	370	456	544
n Ancho de asiento	325	362	391	340	387	451

**Figura 5.9.** Dimensiones del cuerpo humano (según DIN 33.402, parte 2, junio 1981)

Designación	HOMBRES			MUJERES		
	Valor límite inferior	Valor medio	Valor límite superior	Valor límite inferior	Valor medio	Valor límite superior
En posición erguida						
A Alcance hacia delante	662	722	787	616	690	762
B Profundidad del cuerpo parado	233	276	318	238	285	357
C Alcance hacia arriba	1910	2051	2210	1748	1870	2000
D Estatura	1629-1630	1733-1743	1841-1846	1510-1497	1619-1598	1725-1703
E Altura de los ojos parado	1509	1613	1721	1402	1502	1596
F Altura de los Hombros	1349	1445	1542	1234	1339	1436
G Altura de los codos desde el piso	1021	1096	1179	957	1030	1100
H Altura entre piernas	752	816	886	-	-	-
I Altura de la mano	728	767	828	664	738	803
K Ancho de hombros entre acromios	367	398	428	323	355	388
L Ancho de la cadera	310	344	368	314	358	405
En posición de sentado						
a Altura del cuerpo desde asiento	849-865	907-926	962-988	805-816	857-873	914-928
b Altura de los ojos desde asiento	739-747	790-805	844-865	680-704	735-763	785-808
c Altura de los hombros	561	610	655	538	585	631
d Altura de los ojos desde asiento	193-193	230-237	280-276	191-186	233-235	278-274
e Altura de las rodillas	493	535	574	462	500	542
f Largo de pantorrilla a pie	399-396	442-434	480-463	351-338	395-381	434-427
g Distancia de codo a pie de agarre	327	362	389	292	322	364
h Profundidad del cuerpo sentado	452	500	552	426	484	532
i Distancia nalga rodilla	554	559	645	530	587	631
k Distancia nalga pie	964	1035	1125	955	1044	1126
l Espesor del muslo	117-146	136-166	157-190	118-140	144-150	173-180
m Ancho sobre los codos	399	451	512	370	456	544
n Ancho de asiento	325-318	362-358	391-404	340-322	387-356	451-391

**Figura 5.10.** Dimensiones del cuerpo humano (Comparativas entre el estudio del Ing. Hiba y DIN 33.402, parte 2, Junio 1981)

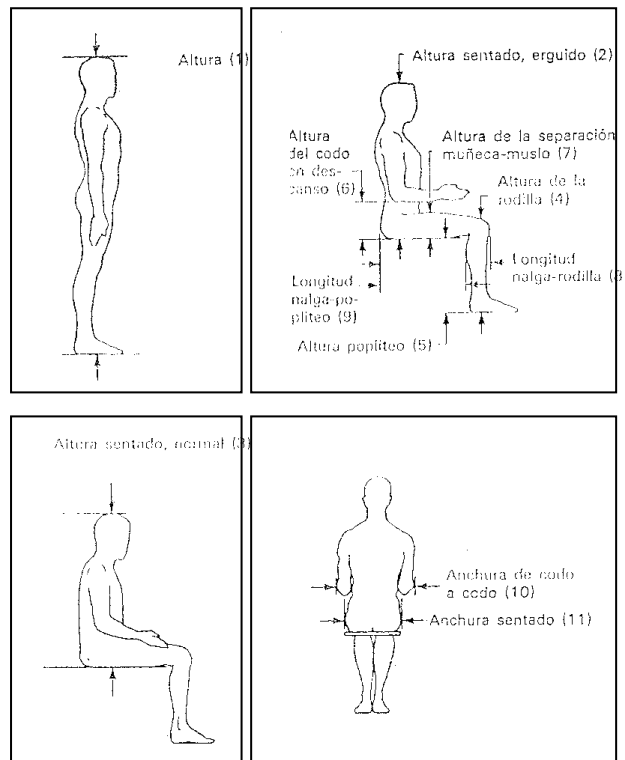
Designación	HOMBRES			MUJERES		
	Valor límite inferior	Valor medio	Valor límite superior	Valor límite inferior	Valor medio	Valor límite superior
En posición erguida						
A Alcance hacia delante						
B Profundidad del cuerpo parado						
C Alcance hacia arriba						
D Estatura	1630	1743	1846	1497	1597	1703
E Altura de los ojos parado						
F Altura de los Hombros						
G Altura de los codos desde el piso						
H Altura entre piernas						
I Altura de la mano						
K Ancho de hombros entre acromios						
L Ancho de la cadera						
En posición de sentado						
a Altura del cuerpo desde asiento	865	926	988	816	873	928
b Altura de los ojos desde asiento	747	805	865	704	763	808
c Altura de los hombros						
d Altura de los ojos desde asiento	193	237	276	186	235	274
e Altura de las rodillas						
f Largo de pantorrilla a pie	396	434	463	338	381	427
g Distancia de codo a pie de agarre						
h Profundidad del cuerpo sentado						
I Distancia nalga rodilla						
k Distancia nalga pie						
l Espesor del muslo	146	166	190	140	158	180
m Ancho sobre los codos						
n Ancho de asiento	318	358	404	322	356	391
o Altura de rodilla	76	100	126	73	99	127
P Distancia izquiones y hueso popliteo	311	360	408	302	346	385
Peso (Kg)	58	73	92	46	54	68

**Figura 5.11.** Dimensiones del cuerpo humano (según el laboratorio de Ergonomía Aplicada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario República Argentina (1976) Estudio realizado por el Ing. Juan Carlos Hiba Est. Marina Fernández de Luca

En la figura 5.10. se indican las medidas corporales del hombre de ciudad de la Argentina, donde se puede ver las diferencias entre ambas poblaciones y en la figura 5.8. se observan los datos obtenidos por el Ing. Hiba en el laboratorio de Ergonomía de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Rosario. En las tablas presentadas es posible observar que cada raza, cada país, cada zona, cada grupo social, tienen características antropométricas propias debidos a su origen, alimentación, etc., razón por la cual no se puede tomar una tabla a la ligera y transferir sus datos de una población a otra.

En las figuras 5.11 y 5.12. se dan a título comparativo, una forma distinta de tomar las medidas del cuerpo humano y las diferencias sobre otra población diferente.

Las figuras 5.13 y 5.14 muestran las diferencias de estatura de hombres y mujeres basados en un estudio realizado en suiza sobre 508 mujeres y 500 hombres. Los resultados se materializan en una curva de distribución que se muestra y pone de manifiesto una diferencia significativa entre ambos sexos; existen grandes variaciones de un individuo a otro dentro del grupo de cada uno de los sexos. Se puede apreciar en este estudio, entre los trabajadores masculinos, 358 eran de nacionalidad suiza, 85 de nacionalidad italiana y 57 de otras nacionalidades. El grupo de las mujeres comprendía 402 suizas, 84 italianos y 22 de otras nacionalidades. Los resultados se materializan en una curva de distribución que muestra y pone de manifiesto una diferencia significativa entre ambos sexos; además de grandes variaciones de un individuo a otro dentro de su propio grupo.



**Figura 5.12** Diagrama de las características estructurales del cuerpo medidas en el National Health Survey sobre mediciones antropométricas de 6672 adultos

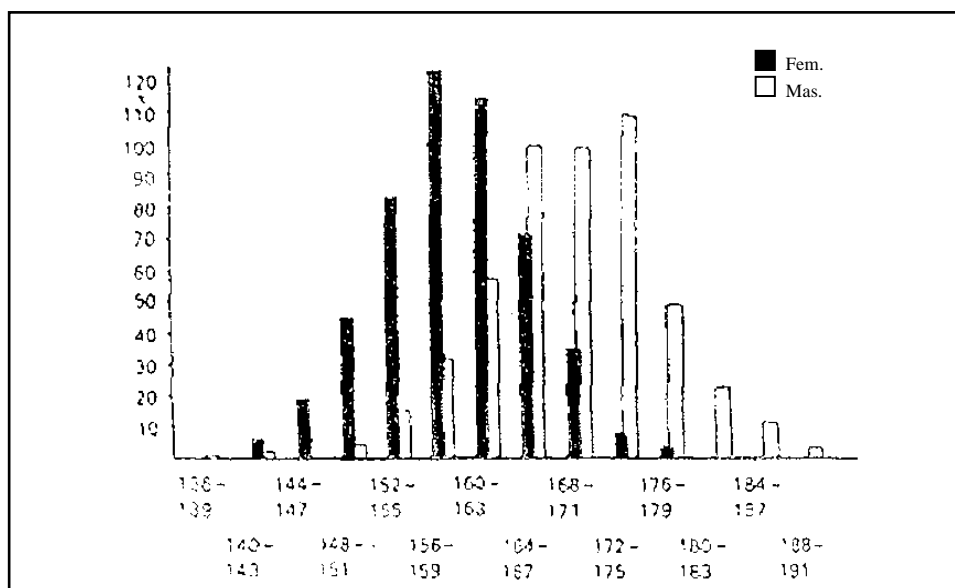
	Dimensiones: pulgadas						Dimensiones: cm **					
	Hombres, porcentaje			Mujeres, porcentaje			Hombres, porcentaje			Mujeres, porcentaje		
	5	50	95	5	50	95	5	50	95	5	50	95
1 Altura	63,6	68,3	72,8	59,0	62,9	67,1	162	173	185	150	160	170
2 Altura sentado, erguido	33,2	35,7	38,0	30,9	33,4	35,7	84	91	97	79	85	91
3 Altura sentado, normal	31,6	34,1	36,6	29,6	32,3	34,7	80	87	93	75	82	88
4 Altura de la rodilla	19,3	21,4	23,4	17,9	19,6	21,5	49	54	59	46	50	55
5 Altura poplítea	15,5	17,3	19,3	14,0	15,7	17,5	39	44	49	36	40	45
6 Altura del codo en descanso	7,4	9,5	11,6	7,1	9,2	11,0	19	24	30	18	23	28
7 Separación brazo-muslo	4,3	5,7	6,9	4,1	5,4	6,9	11	15	18	10	14	18
8 Longitud nalga-rodilla	21,3	23,3	25,2	20,4	22,4	24,6	54	59	64	52	57	63
9 Longitud nalga-poplíteo	17,3	19,5	21,6	17,0	18,9	21,0	44	50	55	43	48	53
10 Anchura de hombro a hombro	13,7	16,5	19,9	12,3	15,1	19,3	35	42	51	31	38	49
11 Anchura de asiento	12,2	14,0	15,9	12,3	14,3	17,1	31	36	40	31	36	43
12 Peso	120	166	217	104	137	199	58	75	98	47	62	90

\* Peso en libras (primeras seis columnas) y en kilogramos (seis últimas columnas).

\*\* Los valores en centímetros han sido redondeados.

Fuente: Weight, Height and Selected Body Dimensions of Adults: 1960-1962. Datos proporcionados por el National Health Survey USPHS Publication 1000, serie 11, n.º 8, junio de 1965.

**Figura 5.13.** Selección de dimensiones estructurales del cuerpo y de pesos de adultos \*.



**Figura 5.14.** Estudio de las diferentes estaturas de los trabajadores de una fábrica. Se observan grandes dificultades de estatura. La experiencia se ha realizado con individuos de diferentes nacionalidades.

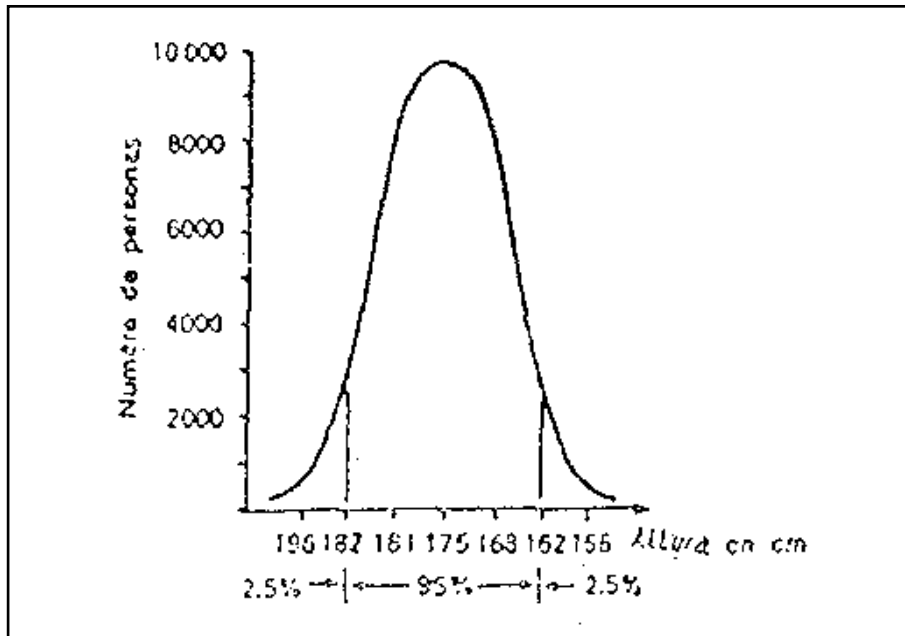
Dada la gran diferencia de talla entre las personas se torna sumamente difícil concebir puestos de trabajo aptos para los trabajadores de tallas extremas que desarrollen sus tareas en forma simultánea, pero se debe intentar al concebir un puesto de trabajo responder a las necesidades de la mayoría de la población laboral. Si se analiza las diferentes curvas de frecuencia acumulada de alturas, se observa que existen pocas personas con los tamaños extremos. Por lo tanto en ambos grupos (mujeres y varones) se tiene en cuenta un 95 o 90 % de los individuos. El intervalo del 95 % indica que los individuos de pequeña talla (2,5 %), como los de gran tamaño (2,5 %), no se tienen en cuenta. Como se indicó anteriormente todo porcentaje particular se llama percentil cuando la división de la curva es en cien partes, sí en el presente ejemplo solamente los percentiles comprendidos entre el 2,5 percentil y el 97,5

percentil se toman en cuenta. Si se conoce la media ( $X$ ) y la desviación típica ( $s$ ) de todos los grupos, tendríamos:

$$95^{\circ} \text{ percentil} = x + 1,95 s.$$

$$90^{\circ} \text{ percentil} = x + 1,65 s.$$

La curva de la figura 5.13. muestra la distribución de las tallas para un contingente de reclutas de la armada americana, considerando un rango del 95 % sobre la base de las mediciones efectuadas por Hertzber y sus colaboradores.



**Figura 5.15.** Curva de distribución de las estaturas entre los reclutas de la Armada Americana.

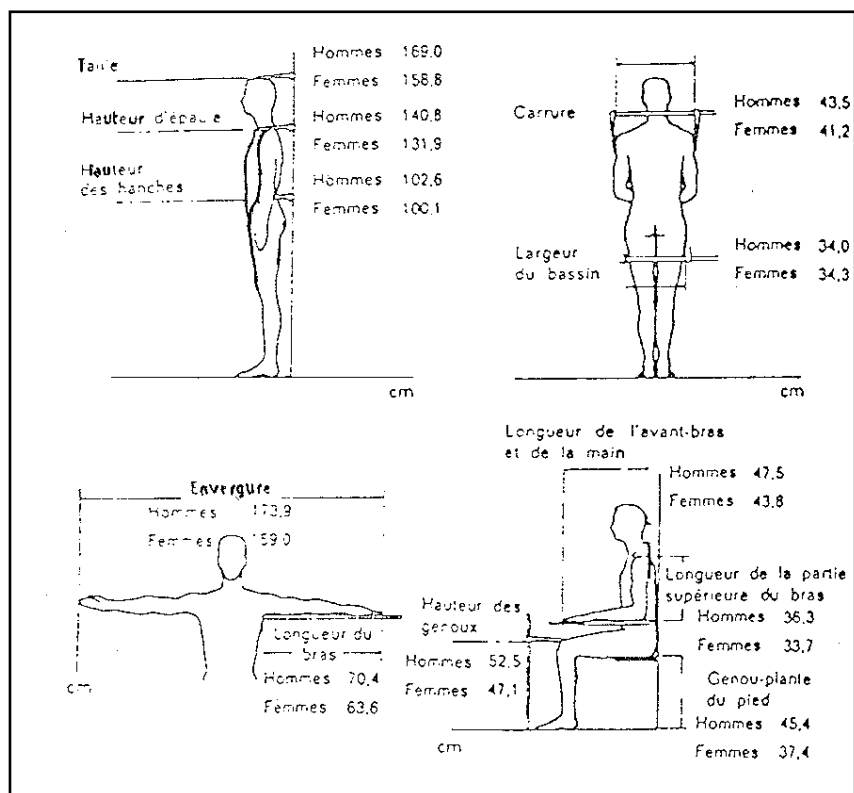
Existen numerosos trabajos de antropometría de diferentes países que tratan el tema de las medidas, entre los que se pueden mencionar:

- ▶ Alemania: Kromer, Jurgens y P. Jenik
- ▶ Inglaterra: Murrell.
- ▶ Francia: Bouissrt y Monod, Wisner y Rebiffé, Bouisset.
- ▶ Suecia: S. Thiberg.
- ▶ Suiza: Grandjean y Burandt.
- ▶ Estados Unidos: Hertzberg, Daniels y Churchill, Morgan y colaboradores, McFarland, Henry Dreyfu.
- ▶ Argentina : J. C. Hiba.

Algunos de los resultados proviene de los estudios hechos sobre los militares. Con la edad, la estatura disminuye como consecuencia del envejecimiento de las articulaciones fundamentalmente de la columna vertebral (ver capítulo 4), el peso y la corpulencia aumentan. En consecuencia, es deseable que, en el diseño de los puestos de trabajo, se tenga en consideración las dimensiones del cuerpo en las edades comprendidas entre los 20 y 65 años.

Un estudio hecho en los Estados Unidos dio como resultado al estudiar la evolución del cuerpo humano entre los 20 y el promedio de las personas 45 a 65 años, lo siguiente:

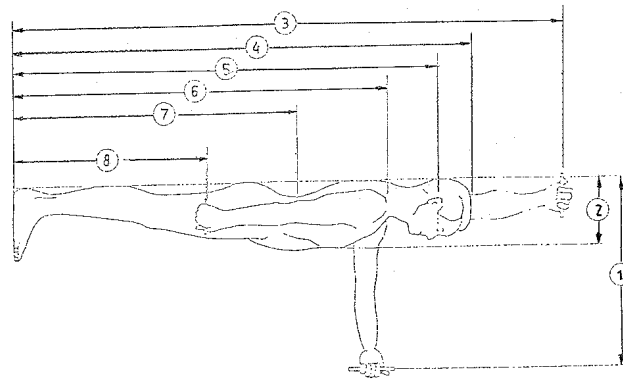
- a) Talla de hombres y mujeres: - 4 cm.
- b) Peso del hombre: + 6 Kgs.
- c) Peso de la mujer: + 10 Kgs.



**Figura 5.16.** Dimensiones corporales, medias en trabajadores de la industria Suiza. 508 mujeres y 500 hombres. (Kroemer)

Las estaturas y las diferentes medidas del cuerpo para los hombres y mujeres registrados en distintos estudios se indicaron en las figuras 5.1., 5.6., a 5.13. En nuestro país como mencionamos se está esperando la confección de las Normas de Ergonomía por parte del IRAM.

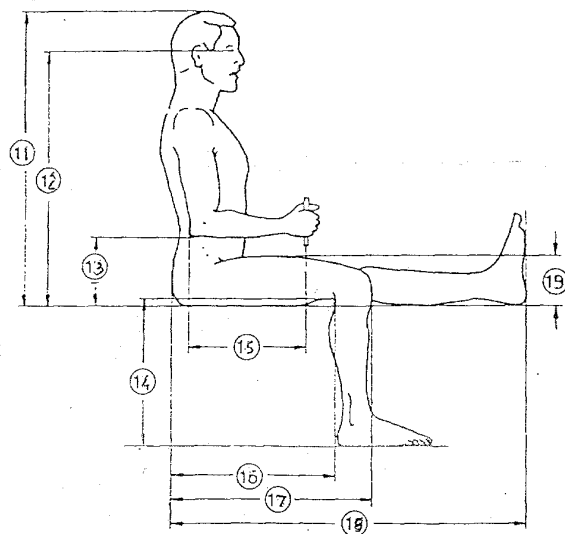
A continuación presentaremos una serie de figuras extraídas de distintos orígenes, con el fin de poseer elementos de referencia para realizar trabajos de diseño, las medidas de las alturas se aproximan mucho a las actuales del hombre de ciudad de Argentina, se deben hacer las correcciones de talla correspondiente a las de los nórdicos con respecto a los latinos.



Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
1 Alcance hacia delante	66,2	72,2	78,7	61,6	69,0	76,2
2 Profundidad de caja	23,3	27,6	31,8	23,8	29,5	35,7
3 Alcance de los brazos hacia arriba	191,0	205,1	221,0	174,8	187,0	200,0
4 Altura del cuerpo	162,9	173,3	184,1	151,0	161,9	172,5
5 Altura hasta el oído	150,9	161,3	172,1	140,2	150,2	159,6
6 Altura hasta los hombros	134,9	144,5	154,2	123,4	133,9	143,6
7 Altura hasta la cintura (parado)	102,1	109,6	117,9	95,7	103,0	110,0
8 Altura hasta la mano (eje de la mano cerrada)	72,8	76,7	82,8	66,4	73,8	80,3
9 Ancho de La cadera (parado)	31,0	34,4	36,8	31,4	35,8	40,5
10 Ancho de hombros	36,7	39,8	42,8	32,3	35,5	38,8

**Figura 5.17.** Medidas del hombre de pie (Según Norma DIN 33402)





Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
11 Altura sentado (tronco y cabeza)	84,9	90,7	96,2	80,5	85,7	91,4
12 Altura de los ojos respecto de la silla	73,9	79,0	84,4	68,0	73,5	78,5
13 Altura del codo a la superficie de la silla	19,3	23,0	28,0	19,1	23,3	27,8
14 Largo de la pierna (incluyendo el pie)	39,9	44,2	48,0	35,1	39,5	43,4
15 Longitud del codo al eje de agarre	32,7	36,2	38,9	29,2	32,2	36,4
16 Profundidad del asiento	45,2	50,0	55,2	42,6	48,4	53,2
17 Longitud nalga rodilla	55,4	59,9	64,5	53,0	58,7	63,1
18 Longitud nalga pierna	96,4	103,5	112,5	95,5	104,4	112,6
19 Grosor superior del muslo	11,7	13,6	15,7	11,8	14,4	17,3
20 Ancho entre codos	39,9	45,1	51,2	37,0	45,6	54,4
21 Ancho de la cadera sentado	32,5	36,2	39,1	34,0	38,7	45,1

**Figura 5.18.** Medidas del hombre sentado (Según Norma DIN 33 402. 2º parte)

La X representa los valores medios, si el intervalo en cuestión (véase punto 5.2.3). en el estudio realizado en Alemania (sobre 15.700 hombres y 17.700 mujeres), donde las medidas se tomaron en personas no vestidas, lo que indica se es necesario ajustar con 2,5 cm. más de altura a los hombres y 4 cm. más a las mujeres, para considerar los tacos de los zapatos (sobre la base del estudio de Kroemer, Figura 5.13).

¿Estos resultados que muestran las figuras pueden aplicarse a otros países? Para responder a la pregunta se deberá recurrir a la Figura 5.19. en la que se presentan las características que corresponden a personas de diferentes países. Las consideraciones de la tabla de esta figura muestran datos antropométricos muy similares entre los anglosajones, los alemanes y los franceses. Estos valores medidos no son aplicables a los escandinavos, a los habitantes de la Europa meridional y con menos probabilidad a los asiáticos.

Medida del cuerpo	Nacionalidad				
	Alemania	Francia	Inglaterra	Estados Unidos	Suiza
1 Altura	172	170	171	173	189
2 Altura de la cabeza al asiento	90	89	85	86	--
3 Distancia nalgas rodilla	59	60	60	59	--
4 Altura a nivel de codos	106	108	107	106	104
5 Ancho de espalda	45	---	46	45	44
6 Ancho de caderas	25	25	---	25	24

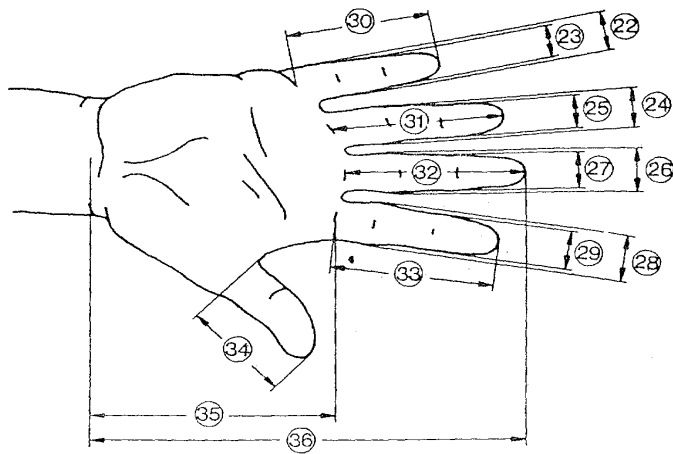
**Figura 5.19.** Comparación de diversas medidas corporales en cinco piases diferentes X = a los valores medidos para los hombres de una muestra de grupos de edad.

Otra tabla de diferencias más convencional se da en la figura 5.20.

Nacionalidad	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
1 Italianos	1469	1583	1694	1617	1722	1825
2 Yugoslavos (Ex República)	1503	1612	1713	1662	1771	1879
3 Turcos	1483	1584	1677	1626	1726	1825

Medida en m.m.

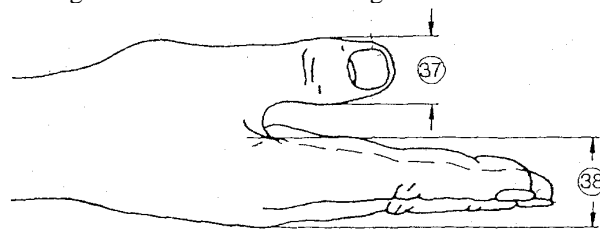
**Figura 5.20.** Medidas de un estudio hecho sobre trabajadores extranjeros en Alemania, con edades entre los 16 y 60 años (Berger 1986)



Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
22 Ancho del meñique en la palma de la mano	1,8	1,7	1,8	1,2	1,5	1,7
23 Ancho del meñique próximo a la yema	1,4	1,5	1,7	1,1	1,3	1,5
24 Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1	1,5	1,6	1,8
25 Ancho del dedeo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9	1,3	1,4	1,6
26 Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
27 Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,4	1,5	1,7
28 Ancho del dedo índice en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
29 Ancho del dedo índice próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,3	1,5	1,7
30 Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0	5,2	5,8	6,6
31 Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6	6,5	7,3	8,0
32 Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2	6,9	7,7	8,5
33 Largo del dedo índice	6,8	7,5	8,3	6,2	6,9	7,6
34 Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6	5,2	6,0	6,9
35 Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7	9,1	10,0	10,8
36 Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1	15,9	17,4	19,0

**Figura 5.21.** Medidas respectivamente en la articulación (Según Norma DIN 33 402. 2° parte)

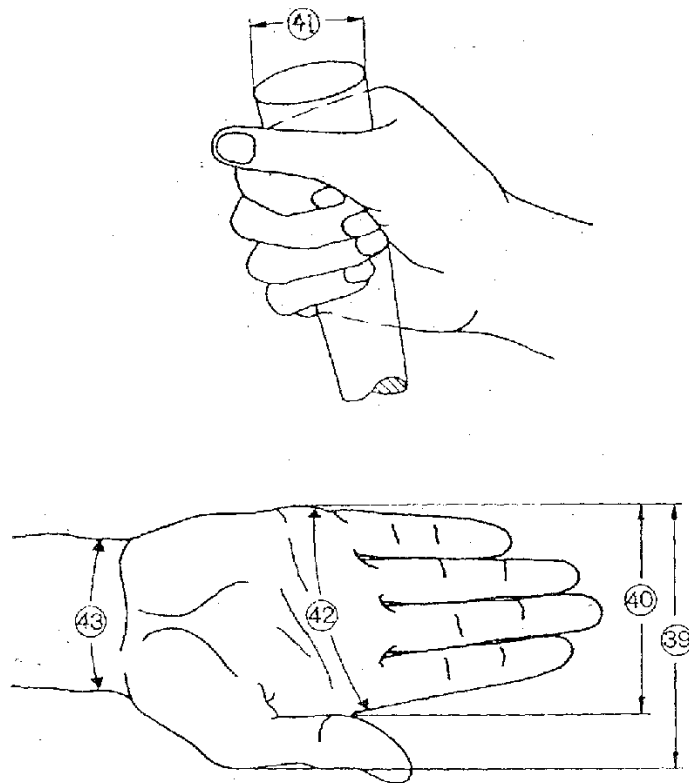
Las dimensiones de las manos tienen una gran importancia para el diseño de dispositivos de mando herramental, etc. Las figuras 5.21 a 5.25. nos entregan la información al respecto



Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
37 Ancho del dedo pulgar	2,0	2,3	2,5	1,6	1,9	2,1
38 Grosor de la mano	2,4	2,8	3,2	2,1	2,6	3,1

**Figura 5.22.** 37 medido en la articulación (Según Norma DIN 33 402. 2° parte)

Valores medios X e intervalos de referencia 90° percentil. Estudio basado en 8000 hombres de 20 años y una muestra de control femenina realizada en Alemania por Jurgens.

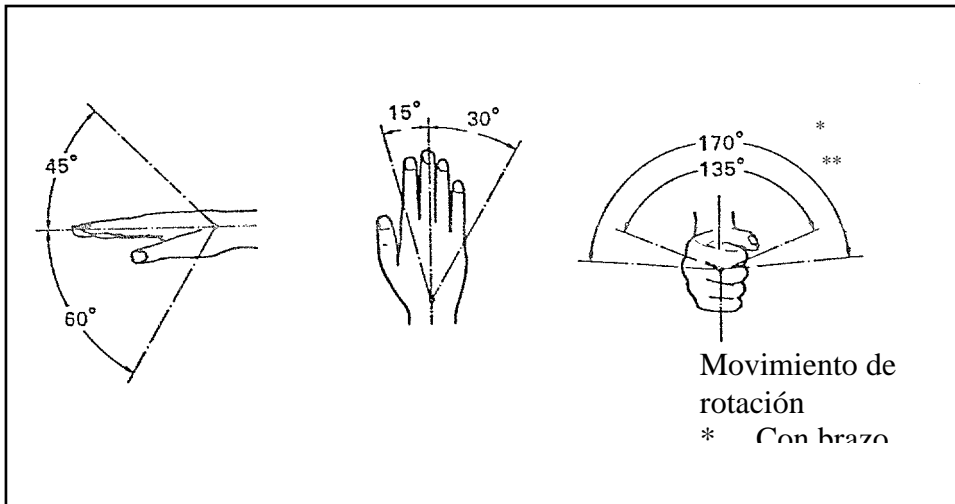


Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
39 Ancho de la mano incluyendo dedo pulgar	9,8	10,7	11,6	8,2	9,2	10,1
40 Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar	7,8	8,5	9,3	7,2	8,0	8,5
41 Diámetro de agarre de la mano*	11,9	13,8	15,4	10,8	13,0	15,7
42 Perímetro de la mano	19,5	21,0	22,9	17,6	19,2	20,7
43 Perímetro de la articulación de la muñeca	16,1	17,6	18,9	14,6	16,0	17,7

\* Las medidas corresponden al anillo descrito por los dedos pulgar e índice

**Figuras 5.23. y 5.24** Medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402. 2° parte)

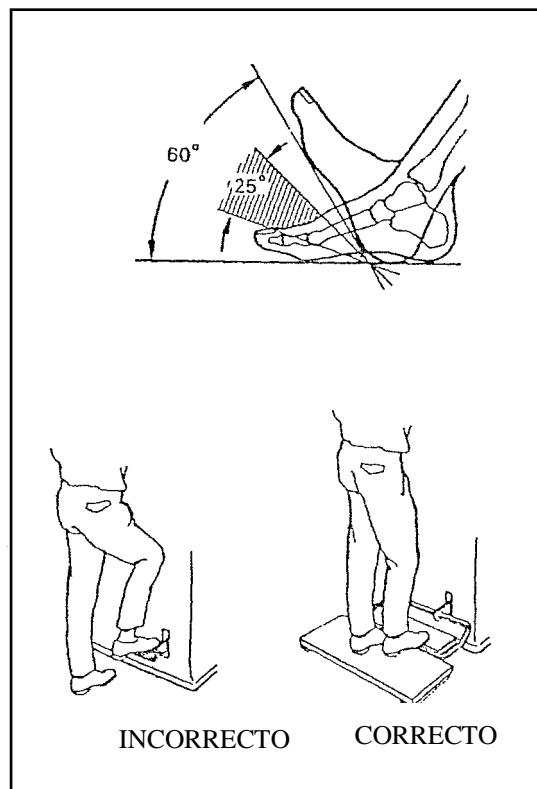
El campo de operación de los miembros está determinado por su longitud y ángulo de rotación. La figura 5.25. muestra cualquier campo de operación de la mano.



**Figura 5.25.** Arcos descriptos por los movimientos de la muñeca y de la mano. (Según Stier y Meyer).

El brazo puede describir una rotación de 250° alrededor de su eje en el plano sagital en un semicírculo hacia delante.

La figura 5.26. Muestra el ángulo de rotación del tobillo.



**Figura 5.26.** Flexión y extensión del tobillo. Ángulo máximo 60°. Ángulo más cómodo de 25 a 30°, (Según Stier y Meyer).

El valor medio aritmético de las medidas corporales sólo podrá ser utilizado para la conformación del trabajo con la condición de que las desviaciones de este valor promedio, tanto hacia

arriba como hacia abajo tengan los mismos efectos sobre el hombre. Sin embargo, no es normalmente el caso: la altura del asiento de una silla, por ejemplo, se rige según la distancia del suelo y la cara inferior del muslo (figura 5.18). Una desviación de la altura del asiento del valor promedio hacia arriba es para la mayoría de las personas más desagradable que una desviación igualmente grande hacia abajo. Por esto, al fijar la altura del asiento deberá tenerse en cuenta sobre todo a las personas de piernas cortas. Tratándose de medidas interiores, como, por ejemplo, el espacio libre para las rodillas debajo de una prensa excéntrica, deberán ser tenidas en cuenta, por el contrario, sobre todo las personas de piernas largas.

Los especialistas en diseño de puestos de trabajo deberían siempre desarrollar puestos de trabajo y herramental adecuado para por lo menos el 90 % de la población de trabajadores, que pueden ocupar el puesto.

El valor medio aritmético de las medidas corporales solo podrá ser utilizado para la conformación de puestos de trabajo con la condición de que las desviaciones de este valor promedio, ya sea hacia arriba como hacia abajo, tengan los mismos efectos sobre el hombre.

## **5.4. Posturas corporales**

La postura corporal es la posición que debe adoptar una persona al desarrollar una tarea, en otras palabras, es la forma que hace una persona adoptar al cuerpo para hacer una tarea determinada.

La conveniencia de adoptar un u otra postura corporal debe ser considerada bajo los siguientes dos aspectos: desde el punto de vista de la tarea a realizar y desde el punto de vista de la sollicitación a la que está sometida la persona al efectuar la tarea.

Desde al punto de vista de la tarea laboral deberá decidir que postura es la más favorable, para realizar el trabajo con el menor esfuerzo muscular posible, de acuerdo con los movimientos necesarios de brazos, manos, dedos, tronco, cabeza, piernas, etc. Cuando los movimientos corporales a efectuar son amplios, o los brazos deben describir grandes arcos, donde es necesario realizar grandes esfuerzos musculares, se deberá trabajar de pie, pues disminuye el efecto relativo de la carga muscular al comprometer una mayor cantidad de conjuntos musculares.

Por otra parte hay tareas que necesitan una mano firme y precisa, acompañada de una buena visión, por lo que solo se puede realizar sentado.

Para trabajos en mostradores, deben considerarse tres posturas corporales: sentado, parado, o alternancia entre parado y sentado. De cualquier manera, siempre deber decidirse por la postura más favorable, teniendo en cuenta los movimientos de los brazos, el esfuerzo visual y la captación de señales acústicas, para lo cual se deber adoptar los diseños, con el fin de cumplir con lo anteriormente dicho.

Desde el punto de vista fisiológico, la posición de sentado debe preferirse, en general, a la posición de pie; porque en la posición de pie, la sangre se acumula en las piernas; lo que puede perturbar la circulación y provocar varices. Pero también una posición sentada permanentemente puede ocasionar hematomas y molestias o irregularidades digestivas.

En el caso de que las tareas laborales lo permitan, la solución óptima consiste en que el trabajador realice la tarea en alternancia, es decir que alterne a voluntad su posición de trabajo en posición sentado y posición de pie, o bien obligado a ello por el proceso de trabajo. De hecho, hay toda una serie de trabajos que pueden ser ejecutados tanto en una como en otra posición sin variar la calidad del resultado laboral ni el ritmo, y favorecen el confort del colaborador.

Esta alternancia entre las dos posturas es especialmente aconsejable para las tareas monótonas que requieren un cierto grado de atención, ya que con ello se favorece la concentración.

En puestos de trabajo que resultan apropiados tanto para posición sentada como para la posición de pie, el diseño de los mismos se debe tomar la altura correspondiente a la de la posición de pie. Para ello, deberá tomarse 40 – 50 cm. Por encima del valor aproximado que rige el principio de la altura del asiento, y se necesitará un apoyo para los pies, que permita mayor libertad de movimiento. Hay que tener en cuenta que la posición de alternancia se pueda llevar a cabo, los ojos y las manos queden siempre a la misma altura en ambas posturas, y que la silla sea fácil de mover o desplazar.

## **5.5. Dimensiones del puesto laboral para el trabajo de sentado**

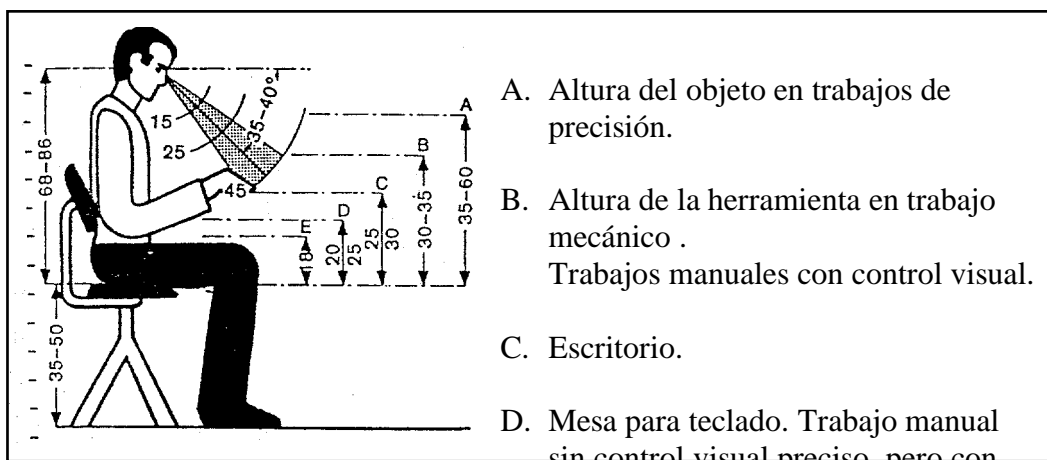
Cuando, desde el punto de vista de la tarea laboral, están dadas las condiciones para trabajar de sentado, debe lograrse que el colaborador trabaje sin molestias, con la menor fatiga y la mayor comodidad. Las dimensiones incorrectas del puesto de trabajo pueden sobrecargar la musculatura de la nuca, de los hombros y de la espalda.

Las medidas *altura de trabajo*, *altura de asiento* y *área de alcance de las manos*, guardan una estrecha relación entre sí, y las tratamos de forma conjunta.

Como *altura de trabajo* se designa a la altura en la cual se deben ubicarse los objetos de trabajo, elaboración o inspección. En posición sentada ser medida desde la superficie del asiento, en posición de pie hasta la superficie del suelo. La altura de trabajo no debe equipararse a la altura de la mesa y, en determinados casos, habrá que tener en cuenta la altura de la propia pieza o de los dispositivos en los que se trabaja y en correspondencia elegir una altura inferior a la de la mesa o bien, dada una determinada altura de la mesa, se deberá elevar en correspondencia la altura del asiento.

En la determinación de la altura de trabajo desempeña un importante papel el tipo de trabajo, (Figura 5.27.). En las tareas de precisión, la altura de trabajo queda definida por la altura de los ojos desde la superficie del asiento, el ángulo de inclinación de la mirada y por la distancia visual.

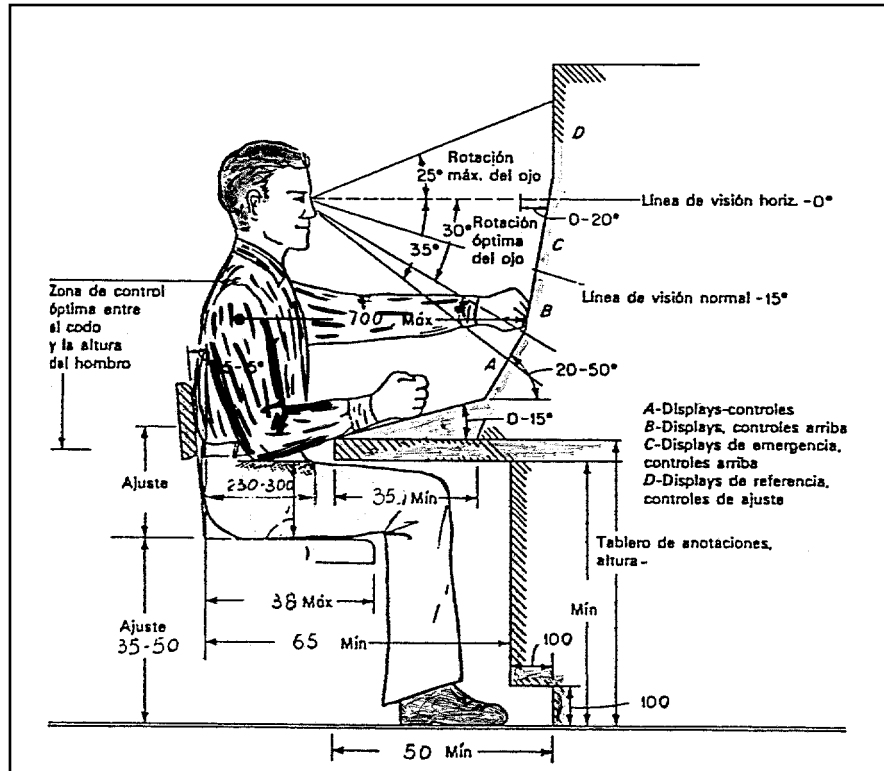
En trabajos de control, montaje y operación es necesario alcanzar un compromiso entre las buenas condiciones visuales y una postura cómoda de los brazos, la parte superior de estos debe colgar en lo posible en posición vertical. Por otra parte, una mesa o escritorio normales debe proporcionar a la persona que trabaja la posibilidad de apoyarse en ella su torso, sin que sea necesario inclinar este hacia adelante.



**Figura 5.27.** Altura de trabajo en posición sentada, dada en cm. (Según Stier) (medidas según Jürgens, 1975)

En tareas que necesitan movimientos menos precisos, lo que toma mayor importancia es la libertad de movimiento de las extremidades. Esto ocurre con un teclado de PC, o con un tablero de control y mando, como lo que se representa en la figura 5.28. En el caso de trabajar con un teclado, no se requieren movimientos finos, pero si precisos, en el caso de paneles o tableros no se requieren movimientos ni finos, ni preciso.

La altura mínima de la superficie de la mesa, desde la superficie del asiento está limitada por el espesor de los muslos. La altura efectiva del asiento es la distancia desde la superficie de apoyo de los pies hasta la superficie de asiento. En todo caso deber ser modificable, porque la altura de trabajo, (por ejemplo con máquinas), no suele ser variable. La altura del asiento debe permitir una variación en la altura de 30 a 50 cm.

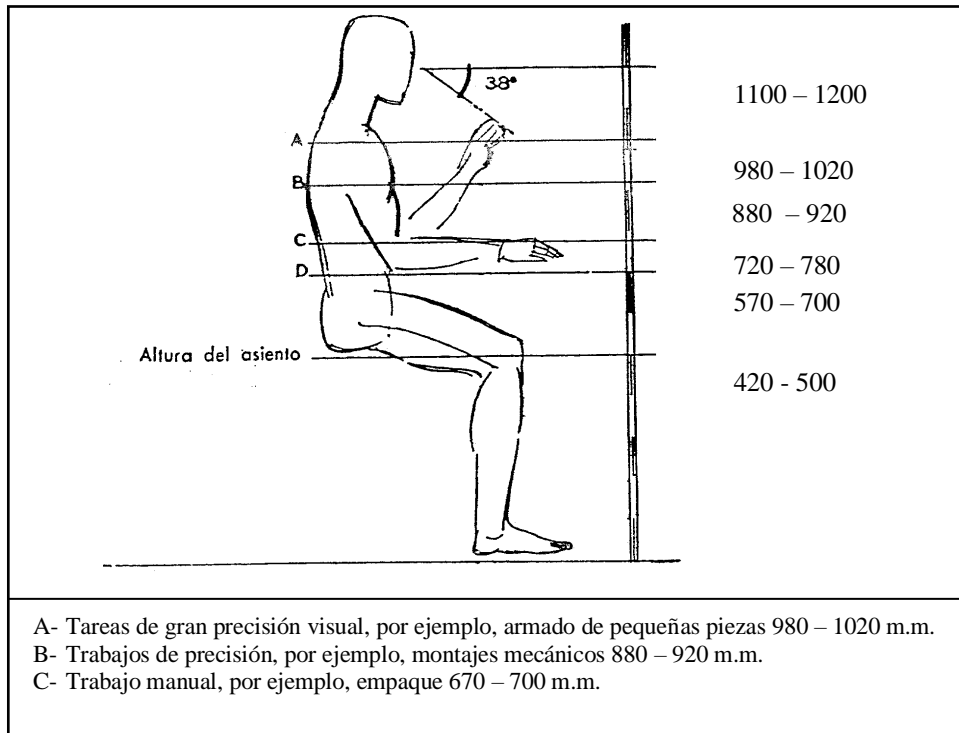


**Figura 5.28.** Características de diseño recomendadas para tableros de mando en las que los operadores trabajen en posición de sentado. Dichas características están diseñadas para que se adapten a personas entre los percentiles 5 y 95. (Van Cott y Kinkade, con modificaciones)

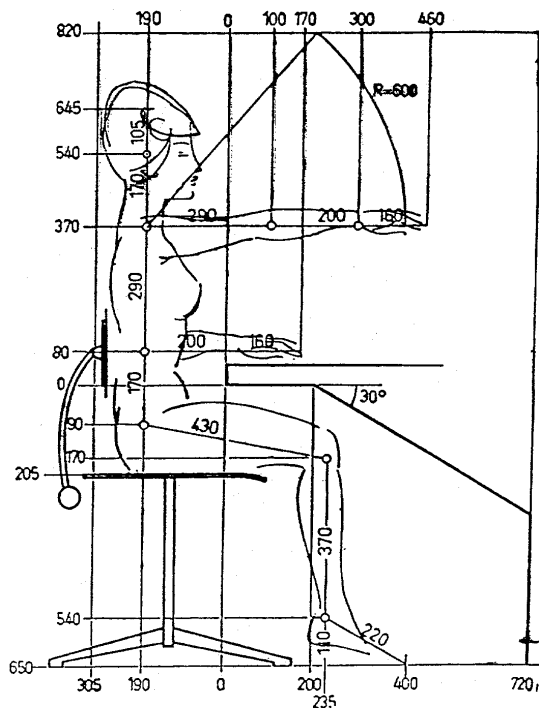
Para otros investigadores hay diferencia en las medidas recomendadas, esto se debe a las pequeñas variaciones de orden antropométrico que surgen al estudiar distintas poblaciones.

En las Figuras 5.29, 5.30 y 5.31 se presentan los perfiles y medidas para el hombre holandés, según el manual de Ergonomía de Kellermann, F., Th, P. A. Van Wely; P. A. Willems. 1967, que permiten determinar la altura correcta el puesto de trabajo para trabajadores sentados. Esta altura está en función de la distancia requerida desde los ojos al punto de trabajo, y según la naturaleza misma de la tarea.

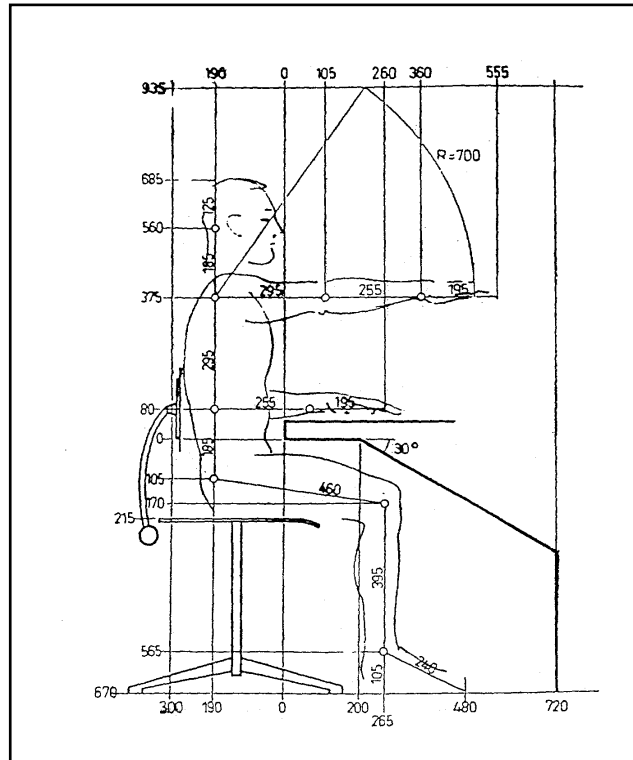




**Figura 5.29.**

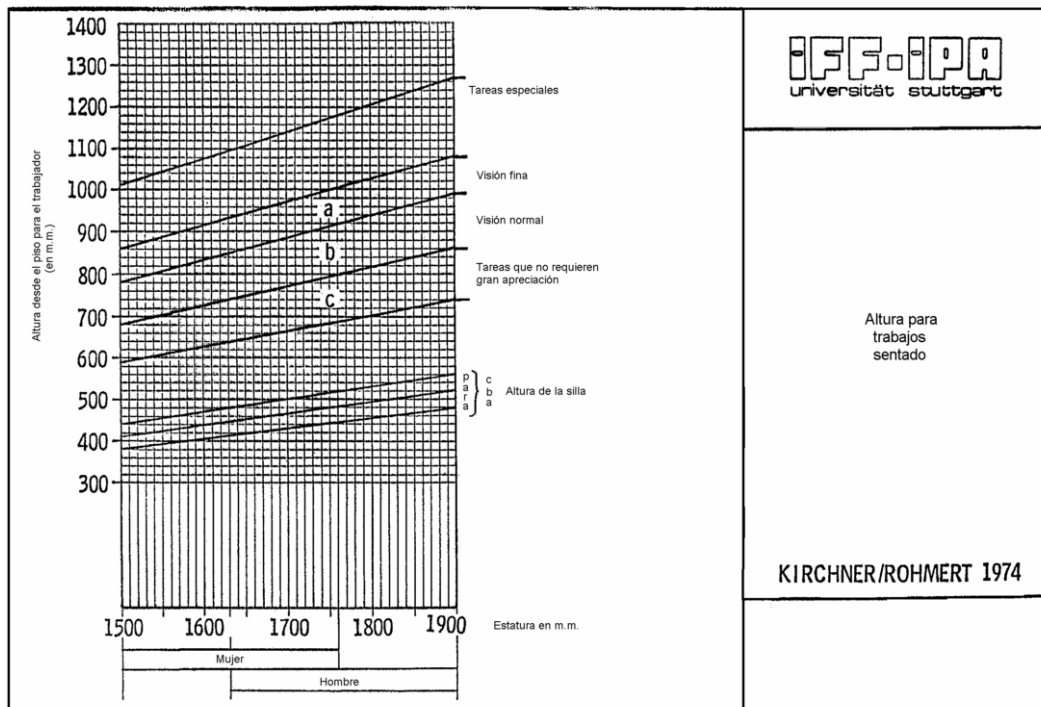


**Figura 5.30.** Áreas de trabajo: perfil femenino 50 percentil



**Figura 5.31.** Áreas de trabajo: perfil masculino 50 percentil

Para poder diseñar puestos de trabajo en posición de sentado Kirchner y Rohmert en 1974 desarrollaron el nomograma de la Figura 5.32. en el cuál a partir de la altura de la persona que ocupa el puesto (eje de las X) se eleva una perpendicular sobre las líneas correspondientes al tipo de trabajo y según él da la altura de trabajo y la altura de la silla, llevando una línea horizontal desde la intersección de la perpendicular de altura y la línea considerada hasta el eje de las X

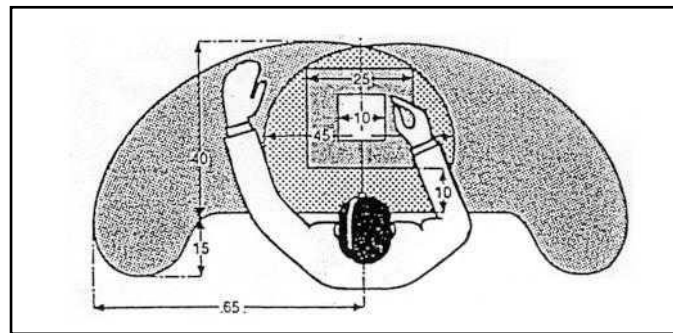


**Figura 5.32.** Nomograma para la determinación de la altura de trabajo en posición de sentado como

La ilustración de las características principales para el diseño de tableros de mando, recomendadas sobre la base de las necesidades antropométricas de las personas, debe tener en cuenta todas las consideraciones a cerca de disposiciones visuales y psicomotrices. Los mandos o controles deben encontrarse dentro del campo de acción de las manos. Para ello cuando se proyecta un tablero o panel de control debe tomarse en cuenta lo representado en las Figuras 5.33 y 5.34.

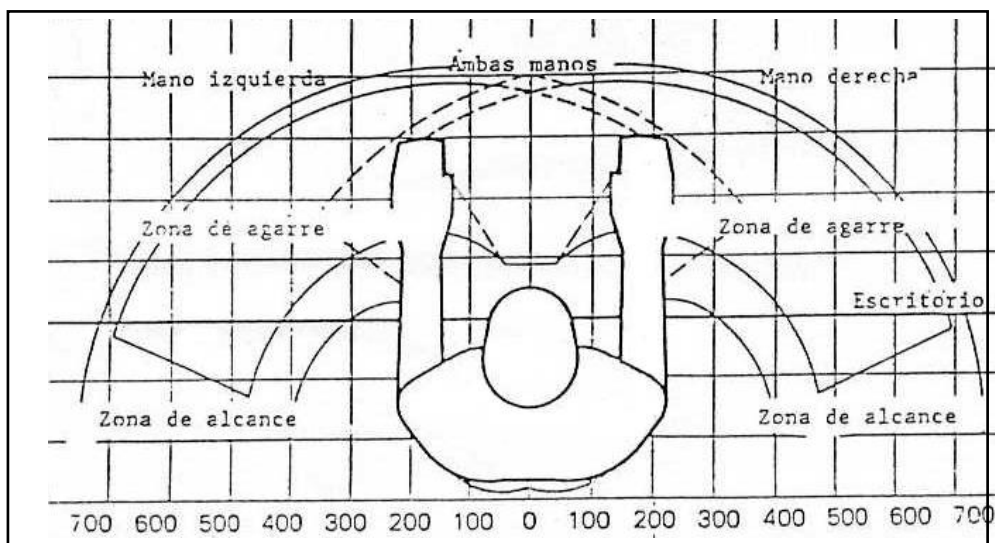
El espacio de la superficie de la mesa que puede alcanzarse con la mano sin esfuerzo individualmente por la longitud de los brazos. Dicho espacio recibe el nombre de *área de alcance*. La Figura 5.33. muestra el corte de las zonas de alcance a la altura de la superficie de la mesa según Siemens (1979) y el laboratorio de REFA Argentina (1986). No se puede llegar con la misma facilidad a todos los lugares de esa zona de alcance. El juego de las articulaciones proporciona órbitas de movimientos más favorables y menos favorables. Las zonas laterales son difíciles de alcanzar, fundamentalmente por la zona debajo de los codos. La mayoría de las veces, el borde de la mesa está situado a una distancia entre 5 y 10 cm. del cuerpo, el centro de trabajo de las manos en labores realizadas con los brazos no apoyados está situado a una distancia de aproximadamente 25 a 30 cm. delante del tórax, en trabajo con los brazos apoyados, la distancia es entre 30 y 40 cm.

En la figura 5.34 se puede observar el alcance máximo de las manos (arcos externos), la llegada de los dedos (solo se pueden tocar y/o arrastrar objetos pequeños o de escaso peso y volumen e incluso el alcance de ellos a 90° (esta es la zona de agarre en las que se puede tomar los objetos sin dificultad)



**Figura 5.33.** Zonas de alcance y agarre (REFA 1986)

Dicha figura que está perfectamente cuadrículada de 100 en 100 m.m., permite transportar las áreas de interés sobre la mesa o los bancos de trabajo. En la figura también se observa, sin dificultad, la zona de trabajo con las dos manos (bimanual), como la óptima para la labor, debido a que el cuerpo está de frente al cuerpo y a la visión es directa (no hay que rotar la cabeza para ver)



**Figura 5.34.** Zonas de alcance y agarre (medidas en m.m.), (según Siemens, 1979)

Las herramientas y las piezas se encuentran en el área barrida por las palmas de las manos con los brazos extendidos, son fáciles de asir. El área se representa en la Figura 5.31, con una extensión de 10 x 10 cm se caracteriza por que en ella pueden percibirse los objetos a elaborar son tener que desplazar la mirada y porque permite realizar trabajos con ambas manos. (Cuando tratemos más adelante el tema de la visión, completaremos con detenimiento la combinación de alcance de las manos y la visión).

En la Figura 5.35 se observa una combinación de los alcances de las manos y de los pies con la pierna extendida y sin extender, para considerar la posición de pedaleras, apoyapiés, etc. El estudio fue hecho en Holanda por Kellermann, F., Th. P. A. Van Wely; P. A. Willerms.

En las Figuras 5.36, 5.37 y 5.38 se representan los alcances de las manos en posición de sentado, pero en el plano vertical de perfil y frente.

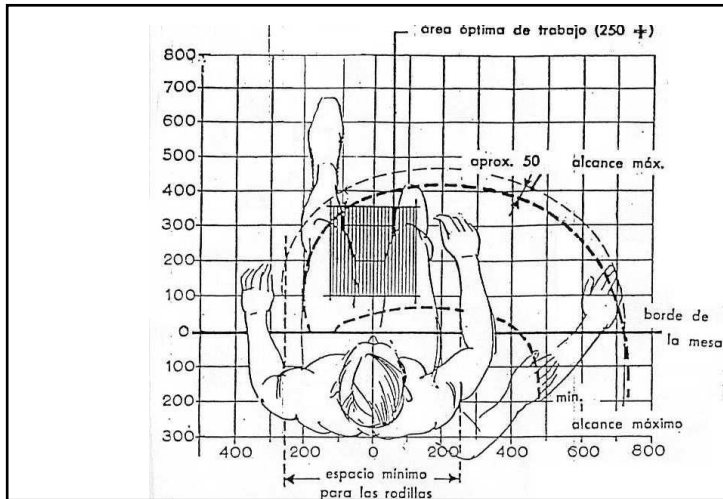
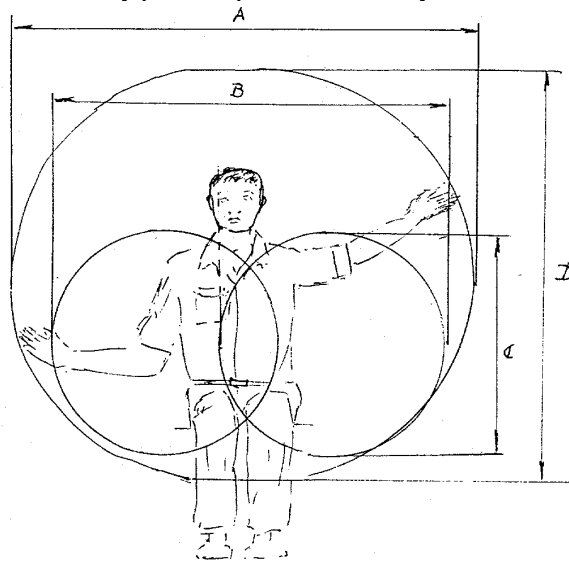
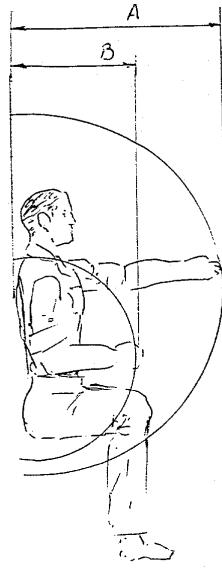


Figura 5.35. Alcance de las manos y pies con pierna extendida y sin extender



Dimensión	Hombre	Mujer
A (manos abiertas)	1750	1560
A' (manos cerradas)	1550	1400
B (manos abiertas)	1275	1260
B' (manos cerradas)	1175	1100
C (Mano cerrada)	800	720
D (mano abierta)	1600	1320
D' (mano cerrada)	1400	1260

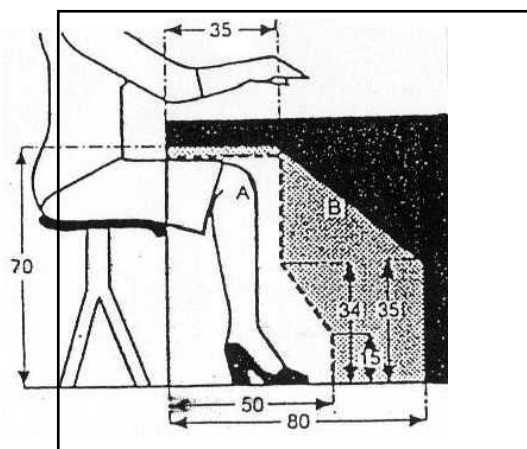
Figura 5.36. Alcances verticales en el plano frontal (Morón 1998)



Dimensión	Hombre	Mujer
A (manos abiertas)	910	810
A' (manos cerradas)	810	730
B (manos abiertas)	560	500
B' (manos cerradas)	460	420

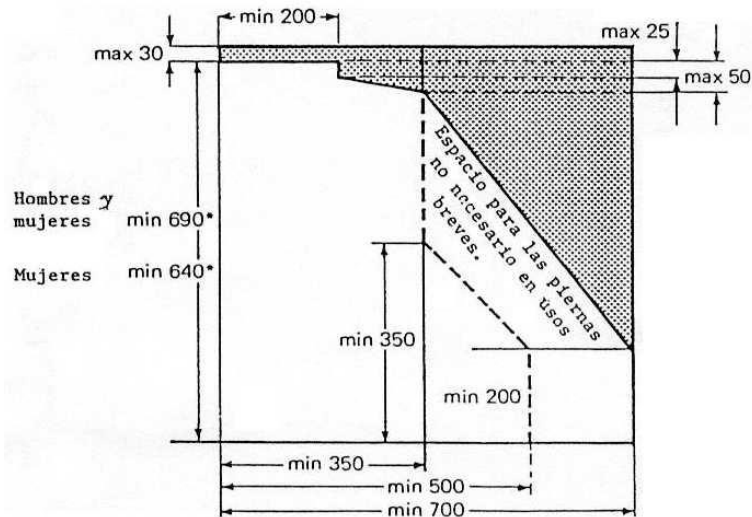
**Figura 5.37.** Alcances verticales en el plano lateral (Morón 1998)

El espacio de acción de las piernas está representado en las figuras 5.38. y 5.39. La posición de los comandos y / o teclados deben ser adoptada individualmente. Los comandos que tienen que ser accionados por el talón del pie tienen su posición óptima debajo de la vertical del centro de trabajo de las manos. Los pedales accionados con la planta deben estar delante, de manera que el talón pueda estar entre 14 y 18 cm. por delante de la línea vertical que pasa a través del centro de trabajo.



**Figura 5.48.** Espacios de acción de las piernas.





**Figura 5.39.** Puesto de trabajo para una mesa de altura fija, medidas en m.m. (Según Siemens 1979)

### 5.6. Dimensiones del puesto de trabajo para la posición de parado

La adaptación de la altura de trabajo en la posición de pie es más difícil que la posición de sentado. La diferencia entre las alturas de la mesa, adaptadas a la mujer de baja estatura o al hombre de gran altura, es de 25 cm., para el mismo trabajo. Como las alturas de las mesas y las máquinas en general no son modificables verticalmente, sería necesario para ello adaptar la altura de trabajo a los hombres de elevada estatura, mientras que para las demás personas sería necesario utilizar tarimas o pedestales. En la figura 5.40. se observa un ejemplo de la relación corporal en escala entre una mujer pequeña, (5 percentil) y un hombre de gran estatura, (95 percentil).

Debido a las dificultades del tipo práctico, es recomendable estructurar la altura de trabajo, según los valores promedio. En la Figura 5.40. se muestran los valores índices para la posición de trabajo de pie

La figura 5.42. es el nomograma de determinación de altura de la superficie de trabajo en función de la altura de la persona que realiza las tareas y opera exactamente igual que la tabla de la Figura 5.32.

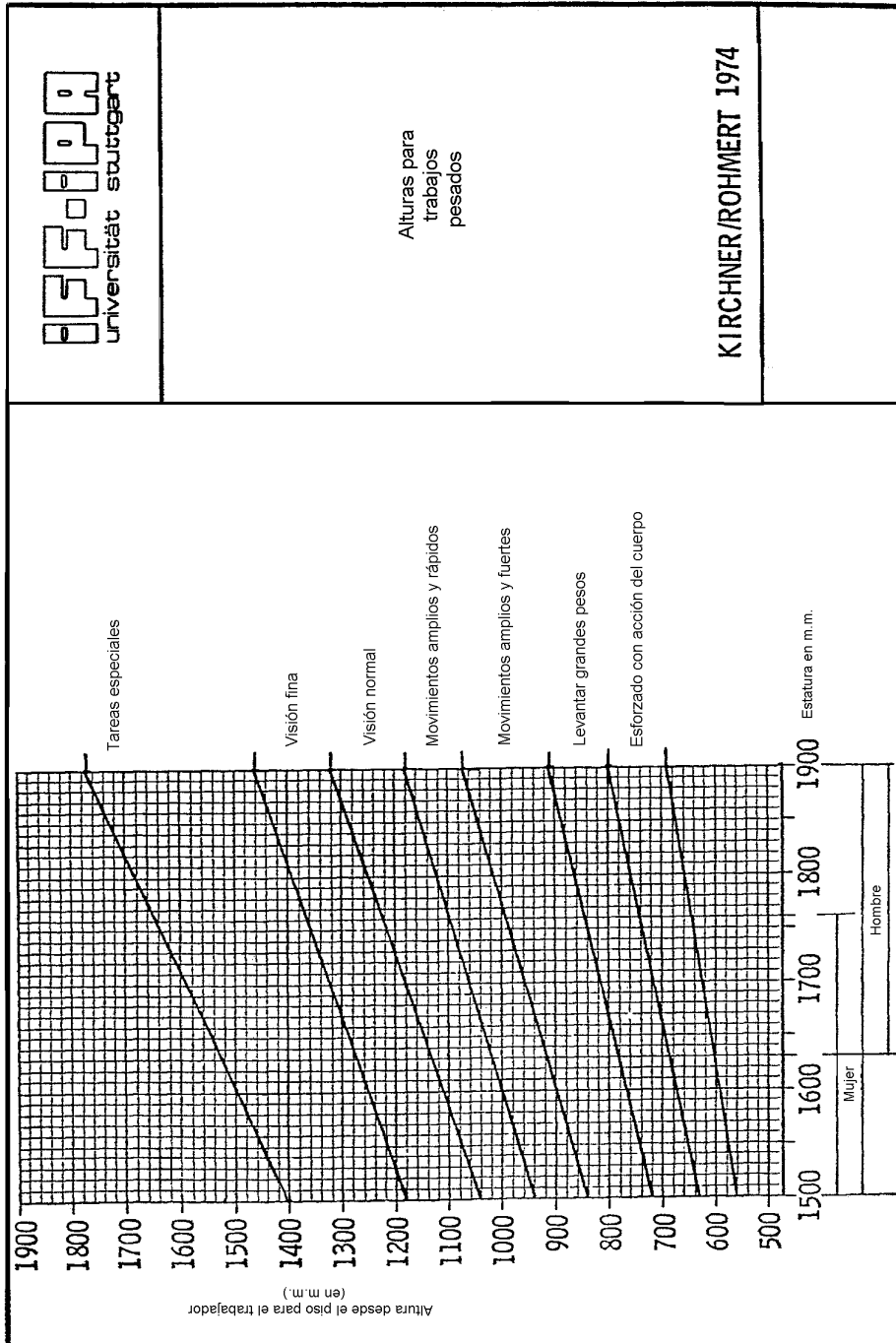
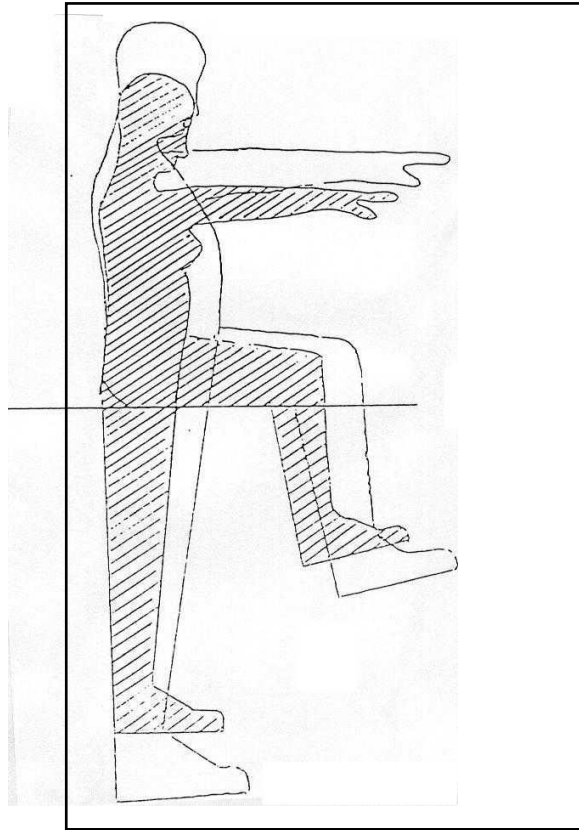
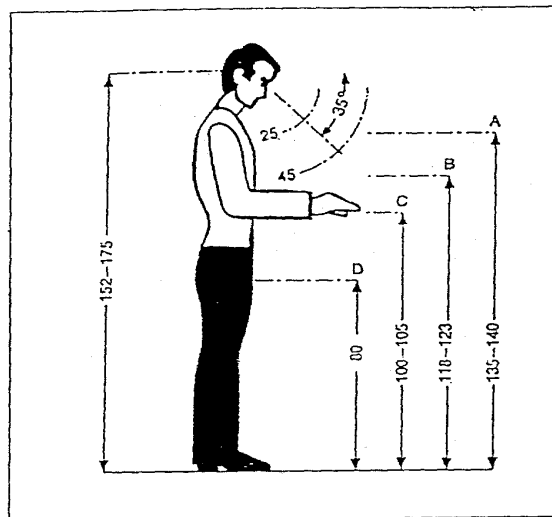


Figura 5.40. Nomografía para la determinación de la altura para la posición de trabajo de pie. (Kirchner / Rohmert 1974)

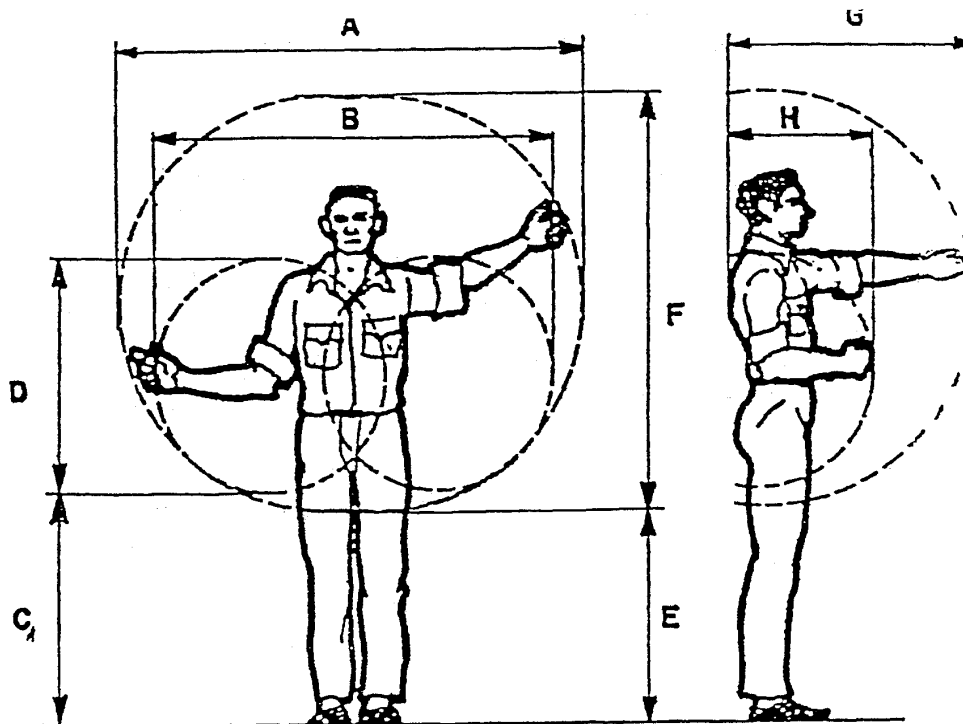


**Figura 5.41.** Comparación entre la persona más chica, (mujer 5 percentil) y la más grande, (hombre 95 percentil).



**Figura 5.42.** Altura de trabajo en posición de pie (hombres) (Según Stier).



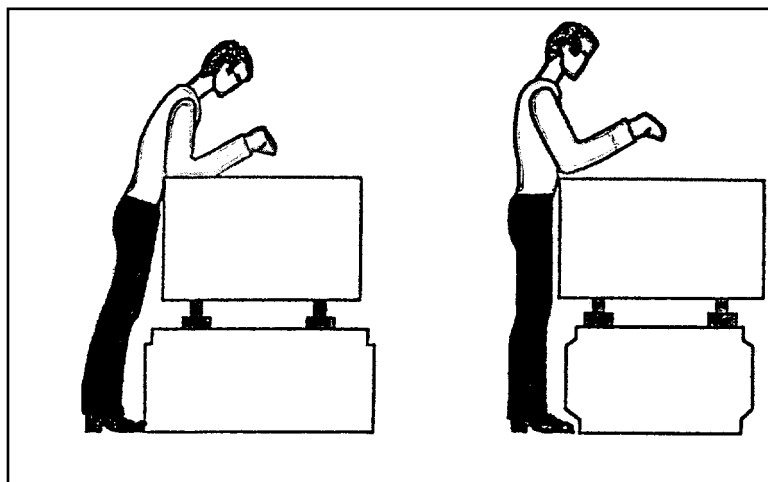


Dimensión	Hombre	Mujer
A	1550	1400
B	1350	1100
C	770	680
D	800	720
E	700	
F	1400	1260
G	800	730
H	500	430

**Figura 5.43.** Alcances verticales en posición de pie (Según K. Norhd, Lima 1980)

La zona de alcance de los brazos en el trabajo en posición de pie no es otra que la de trabajo en posición sentada. Sin embargo, al estar la persona de pie puede ampliar estos alcances con desplazamientos con pasos laterales. En la Figura 5.43. Se puede apreciar los alcances de una persona en posición de pie según el estudio hecho por el DR. K. Norhd, en Lima Perú.

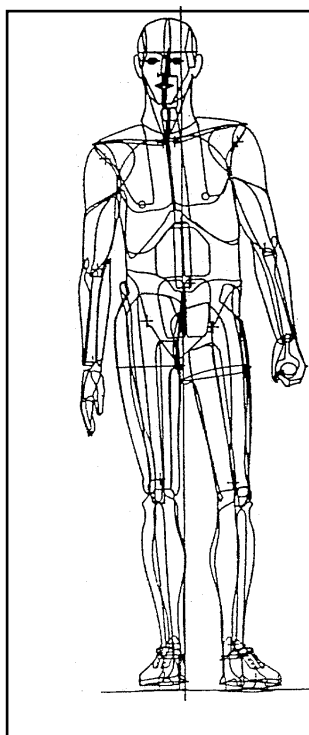
El espacio de acción de las piernas debe permitir la libertad de movimiento para los pies (Figura 5.44.), adelantar una pierna, poder doblar la rodilla hacia delante y en caso de que sea necesario, accionar pedales. Sin embargo, se aconseja que no deberían emplearse pedales cuando se efectúen trabajos en posición de pie, pues la pierna sobre la que recae todo el peso del cuerpo queda sometida a una carga excesiva.



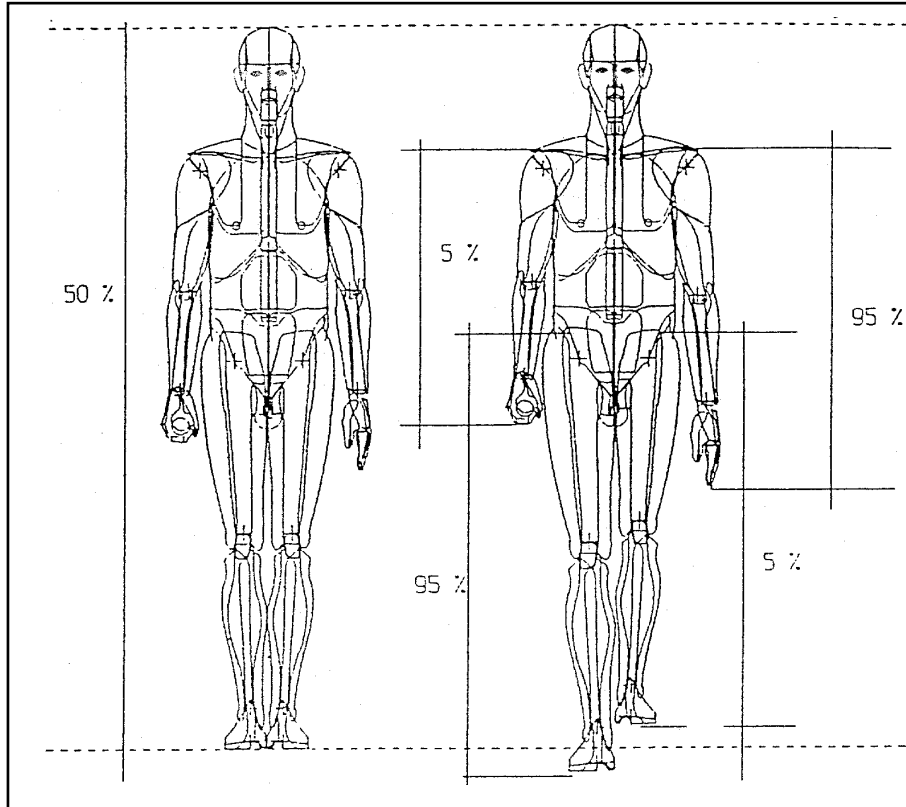
**Figura 5.44.** Todo puesto de trabajo debe contemplar la libertad de acción de los pies (Schulte).

En las Figuras 5.45 y 5.46 (Realizadas en CAD) se muestra la distribución del peso en posición de pie, En la primera de ellas muestra al hombre parado, en la segunda 1.43. Compara un hombre parado con un hombre caminando, este efecto es igual cuando uno está operando un pedal, si lo aprieta la carga llega, (si está bien diseñado) a ser 50 % en ambas piernas, pero generalmente esto no ocurre pues para ganar tiempo y esfuerzo (sugestivo), el sector de mantenimiento lo hace más celoso (se acciona con menos peso o carga como desee decirlo), esto disminuye en forma exponencial la seguridad, pues a alta sensibilidad, cualquier error, o accidente la acciona pudiendo llegar a afectar la integridad del operador.

También en la Figura 5.47 se observa que al estar parado sobre una pierna el ser humano recarga una cadera llegando a tener problemas por daño en la articulación L5 – S1.



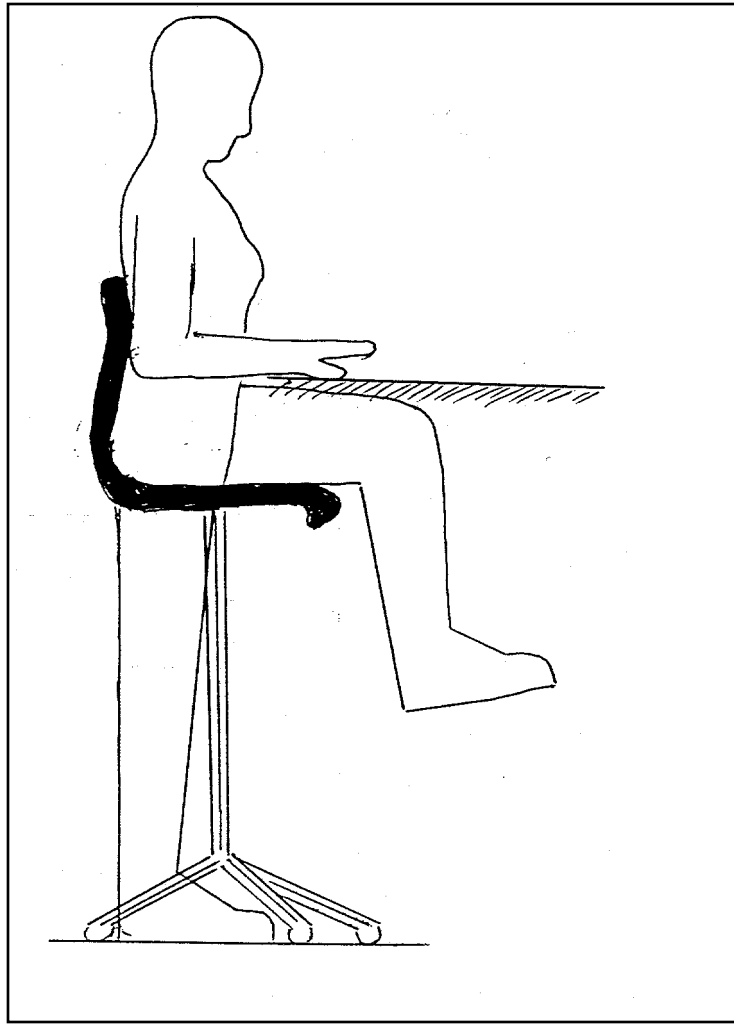
**Figura 1.45.** Hombre parado descargando su peso sobre un solo pie



**Figura 5.46.** Distribución del peso del cuerpo parado simétricamente y caminando

### 5.7. Posición de alternancia

Se define como posición de alternancia, a la posibilidad que da un puesto de trabajo de trabajar tanto de pie como sentado. Tanto una posición como la otra producen cansancio; el alternar una con la otra permite descansar la parte comprometida del cuerpo, lo importante es que en este tipo de puesto de trabajo la superficie debe ser tal que permita trabajar de pie y el asiento tal que eleve al cuerpo hasta que la superficie de trabajo de pie sea compatible con la que da la silla, en este caso es conveniente contemplar siempre el uso de apoyapiés



**Figura 5.47** Posición de alternancia

## **BIBLIOGRAFIA, del capítulo 5**

ASIMRA, Apuntes de Estadística y costos

Dr. Ing. Alvarez Zárate, José Manuel, Conferencia de MAPFRE, Buenos Aires 2011

Benz, Leibig Roll, Gestalten der Sehbedingungen am Arbeitsplatz, Verlag TÜV Rheinland (1981)

Benz, Gross, Haubner. Gestaltung von Bildschirm-Arbeitsplätzen, Verlag TÜV Rheinland (1981)

Berger, Jenner. Arbeitsplatz-gestaltung und Körpermasse. Verlag TÜV Rhrinland (1986)

Grandjean E.: Physiologische Arbeitsgestaltung . ecomed (1991)

Fundación REFA de Argentina: REFA, "Modulo 1", Tema 4 (Ergonomía), 1988.

Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. Köln N° 75 (junio 1978)

Prof. Dr. Ing. Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. Beuth Verlag GmbH . Berlin. Köln 1992

Dr. Ing. Johannes Henrich Kirchner und Dr. Ing. Eckart Baum.  
Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter

Prof. Dr. Med. Theodor Hettinger; Dipl. Ing. Bernd Hahn. Schwere Lasten-leicht gehoben  
Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung. München 1991

Prof Dr. Med. Hettinger, Theodor. Schwere Lasten-leicht gehoben. Bayerisches Staatsministerium  
für Arbeit, Familie und Sozialordnung. München 1991

Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. Helmunt Krueger, Prof. Dr. med. Wolf Müller Limmroth.  
Arbeiten mit den Bildschirmarbeit richtig. Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und  
Sozialordnung

Ing. F. Th. Kellermann, Dr. P.A. van Wely, Ps. P. J. Willems. Editado pro Biblioteca Técnica  
Phillips Argentina. Buenos Aires 1967

Landan, K.: A. Unswirkungen der Mikroelektronik aus Arbeitswissenschaftlicher Sicht. In REFA  
Nachrichten, (1980)

Lange, W. Kleine Ergonomische Datensammlung. Verlag TÜV Rheinland

Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. REFA. Beuth Verlag GmbH. Berlin-Köln (1992)

Ing. Maestre, Diego Marcelo. Ergonomía y Psicología 4° Ed. Ed. Fundación Confemetal Madrid  
2003

Mercedes Benz Argentina. Ergonomía Gonzales Catán 1977

Mc Kornick, Ernest J.: "Elementos de Ergonomía". , Editorial Gustavo Gil S.A. Barcelona (1980).

Mc Cormich. Human Factors in Engineering and Design. Editorial Gustavo Gill, S.A., Barcelona  
1980

Lic. Melo, J. L. Apuntes de Estadísticas y Costos Industriales. ASIMRA (1988)

**Murray, R; Spiegel, Ph. D. Estadística Mc Graw-Hill Méjico**

**Prof Dr. Med. Müller, Wolf-Limmroth bearbeitet von Dr. Reinhard Schug. Arbeit und Stress. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung. München 1990**

**Rohmert, W.. Grundlagen der technischen Arbeitsgestaltung."(1981)**

**Schnauber Zerlett. Beanspruchungs-messmethoden Verlag TÜV Rheinland. Köln (1984)**

**Schmidke, H.: "Lehrbuch der Ergonomie 3. Auflage, Carl Hanser Verlag", München-Vien, (1993).**

**Schmidke, H.: "Lehrbuch der Ergonomie 3. Auflage, Carl Hanser Verlag", München-Vien, (1993).**

**Schultetus, W. Montagegestaltung. Verlag TÜV Rheinland. Dortmund/Darmstadt im 1987**

**Seymour Lipschutz, Ph. D , Probability, McGraw-Hill, Méjico**

**Priv. Doz. Dr. Ing. Habil. Helmut Strasser, Prof. Dr. Med. Wolf Müller-Limmroth. Ergonomie an der Kasse-aber wie? Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung. München 1983**

## CAPITULO 5

### INDICE

1	CONSIDERACIONES ANTROPOMÉTRICAS DEL PUESTO DE TRABAJO
1.1	DIMENSIONES DEL CUERPO HUMANO
1.2	ESTADISTICA
1.2.1	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS
1.2.2	INTERVALOS DE CLASE
1.2.3	TAMAÑO Y MARCA DE CLASE
1.2.4	HISTOGRAMA
1.2.5	CURVAS DE FRECUENCIA. OJIVAS
1.2.6	MEDIDA DE CENTRALIZACIÓN
1.2.7	MEDIA ARITMÉTICA
1.2.8	CUARTILES, DECILES, PERCENTILES
1.3	MEDIDAS CORPORALES
1.4	POSTURAS CORPORALES
1.5	DIMENSIONES DEL PUESTO DE TRABAJO SENTADO
1.6	DIMENSIONES DEL PUESTO LABORAL PARA EL TRABAJO DE PARADO
1.7	POSICIÓN DE ALTERNANCIA
	BIBLIOGRAFIA

## **ANEXO I DEL CAPITULO V**

### **1. INTRODUCCION.**

Existen muchos métodos para diseñar puestos de trabajo, desde los que no utilizan ningún elemento (sólo la intuición), en los cuales los proyectistas trabajan in situ (en el puesto de trabajo), hasta los más complicados de diseño asistido por computadora (CAD)

De hecho, que cuanto más avanzada es la tecnología empleada, mayor es la precisión y efectividad con que se trabaja. Además, también mayor es el costo inicial del proyecto.

No todas las empresas cuentan con equipos de computación adecuados, y si lo tienen, muchos carecen del software adecuado para el diseño, razón por la cual los proyectistas se ven obligados a utilizar elementos más simples, tales como plantillas.

### **2. DISPERSIÓN**

Todo sistema de diseño de puestos de trabajo basa su teoría en la consideración de la dispersión de las medidas de la población humana.

Se toma como punto de partida el gráfico de frecuencias acumuladas de las alturas de los seres humanos de la población sobre la que se realizarán las tareas de diseño del puesto de trabajo (ver *figura Ane 1.5.1*. Para más información ver capítulo 5, punto 2).

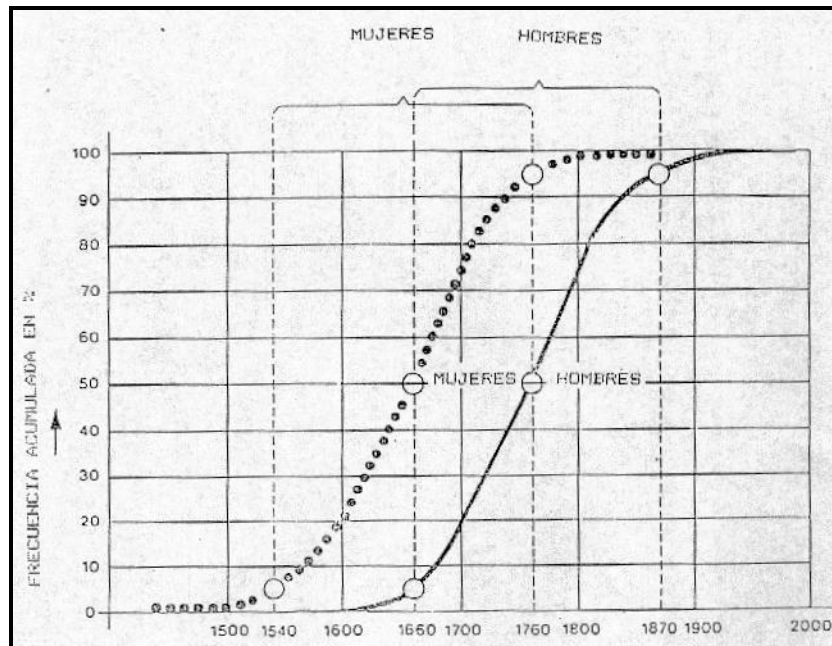
Del mencionado gráfico se derivan cuatro clases bien definidas: mujer chica, mujer mediana - hombre chico, mujer grande - hombre mediano y, por último, hombre grande.

Considerando que estas mediciones están de acuerdo con lo explicado anteriormente en el desarrollo del criterio de percentiles, la medida chica corresponde al 5° percentil, la mediana al 50° percentil y la grande al 95° percentil, es decir, las medidas que dejen de lado al 5% más pequeño de la población, las medias de la población y las medidas que dejen de lado al 5% más grande de la población en cuestión, respectivamente.

La adecuación de la altura del trabajo al trabajador en posición de pie es más difícil que la adaptación en la posición sentada. La diferencia entre las dos alturas de la mesa, adaptadas a mujeres de escasa altura o a hombres de elevada estatura, es de 25 cm. en el mismo tipo de trabajo.

La altura de las mesas y de las máquinas por lo general no es modificable verticalmente, es necesario por ello adaptar la altura de trabajo a los hombres de mayor altura, lo que obliga a todas las demás personas a utilizar tarimas o pedestales. Sin embargo, esto tropieza con dificultades de tipo práctico, es recomendable entonces estructurar la altura del trabajo según los valores promedio.





De la frecuencia acumulada de las alturas del cuerpo se derivan 4 clases destacadas de las medidas corporales. (Ver las marcas circulares en el gráfico)

**Figura Ane 1.5.1.** Frecuencia acumulada de altura de l cuerpo.

En la **figura Ane 1.5.2.** se presentan en una tabla los valores correspondientes a los puntos indicados en la figura anterior.

Los datos son los valores que se obtienen de la población de Alemania (según norma DIN).

Clases de mediciones corporales	Alturas corporales asignadas (en m.m.)	Observaciones
Mujer baja	1540	El 5% de todas las mujeres son bajas
Mujer mediana	1660	El 50% de todas las mujeres son bajas o bien altas
Hombre bajo		El 5% de todos los hombres son bajos
Mujer alta	1760	El 5% de todas las mujeres son altas
Hombre mediano		El 50% de todos los hombres son bajos o bien altos
Hombre alto	1870	El 5% de todos los hombres son altos

**Figura Ane 1.5.2.** Clases de medidas corporales para la población de Alemania.

En la **figura Ane 1.5.3.** se indican los datos referidos a las medidas de las mujeres y los hombres de diversas razas (italianos, yugoeslavos y turcos) (Jenner-Berger, 1986)

País de origen	Mujeres			Hombres		
	Bajas	Medianas	Altas	bajos	Medianos	Altos
Italia	1469	1583	1694	1617	1723	1825
Yugoslavia	1503	1612	1713	1662	1711	1879
Turquía	1483	1677	1677	1626	1736	1825

**Figura Ane 1.5.3.** Alturas corporales (que incluyen 30 m.m. para el calzado de operarios) de trabajadores extranjeros en Alemania. (Jenner-Berger, 1986)

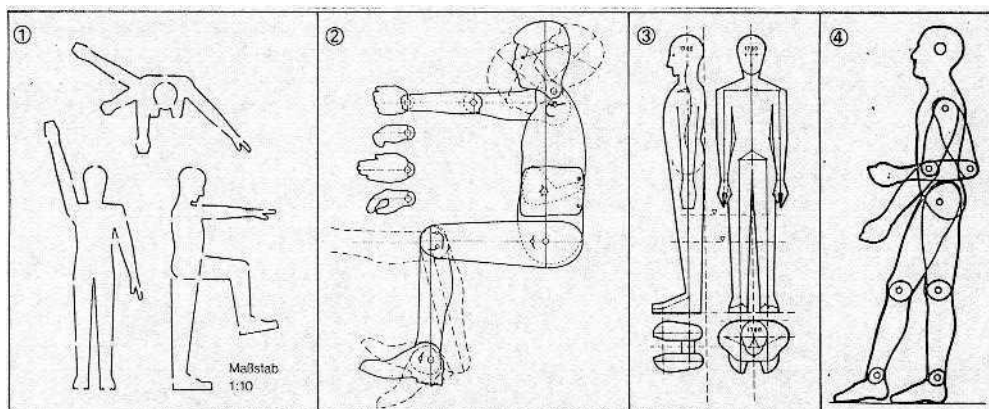
De la tabla de la última figura se desprende que las medidas corporales varían mucho de una raza a otra, lo que nos indica que las tablas que son buenas para un lugar no lo son para todos los demás, y por ello las tablas de las medidas antropométricas deben ser hechas en cada lugar como si fuera un caso especial, o ser adaptados por un especialista en cada ocasión.

### 3. PLANTILLAS

Existen desde hace unos años una gran cantidad de plantillas diseñadas para distintos tipos de trabajos y criterios desiguales. Pese al paso del tiempo y la irrupción de nuevas tecnologías no han perdido vigencia, sino que se ha incrementado su uso por lo práctico y por que además en el caso del diseño asistido por computadoras, el software es caro y requiere máquinas con gran memoria RAM y un disco rígido de mucha capacidad, en nuestro país no todas las empresas están en condiciones de trabajar por este motivo, en AUTOCAD, en HumanCAD u otros.

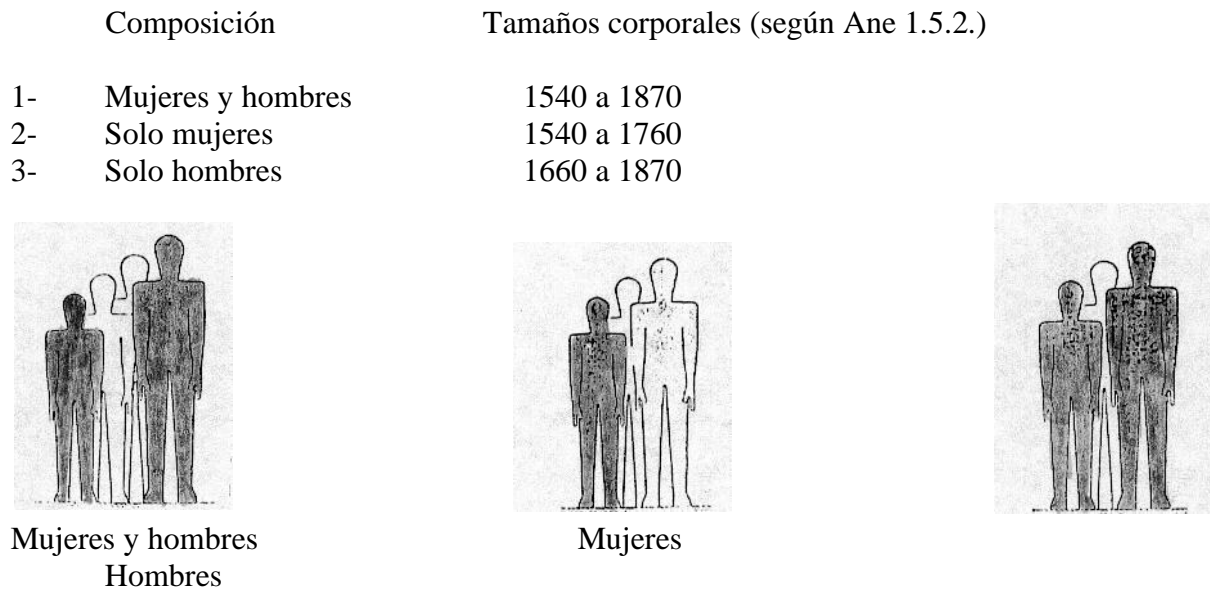
En la **figura Ane 1.5.4.** se representan varios tipos de plantillas, según la información de la revista REFA NACHRICHTEN.

De las mismas estudiaremos a la primera y a la segunda, haciendo representaciones prácticas de su uso.



**Figura Ane. 1.5.4.** Plantillas

La **figura Ane 1.5.5.** muestra las posibles composiciones de los tamaños corporales en función del grupo humano que compone la población laboral (tanto mujeres como hombres, sólo mujeres o sólo hombres). Para cada caso en la **figura Ane 1.5.6.** se indica el tipo de medidas que hay que tomar según la parte a considerar en el diseño.



**Figura Ane 1.5.5.** Tamaño relativo de la composición de las distintas alternativas de poblaciones laborales.

<b>Tipos de medidas</b>	<b>Ejemplos</b>	<b>Medidas representantes de la clase corporal</b>
Medidas interiores	Espacios libres para las piernas, altura de la puerta	Persona grande
Medidas exteriores	Mujer alcanzando	Persona pequeña
Medidas óptimas	Comandos en el carro de un torno, picaporte, altura de la mesa, aviso de prevención, mirilla	1° Paso: desviación media de la clase corporal. 2° Paso: controlar con las personas extremas la más grande y la más pequeña. Luego corregir.
Reales	Apoya pie, altura del asiento de una silla	Persona pequeña y grande de la clase corporal. Suplemento para las diferencias corporales

**Figura Ane 1.5.6.**

### **3.1. PLANTILLAS BOSCH-SCHABLONEN**

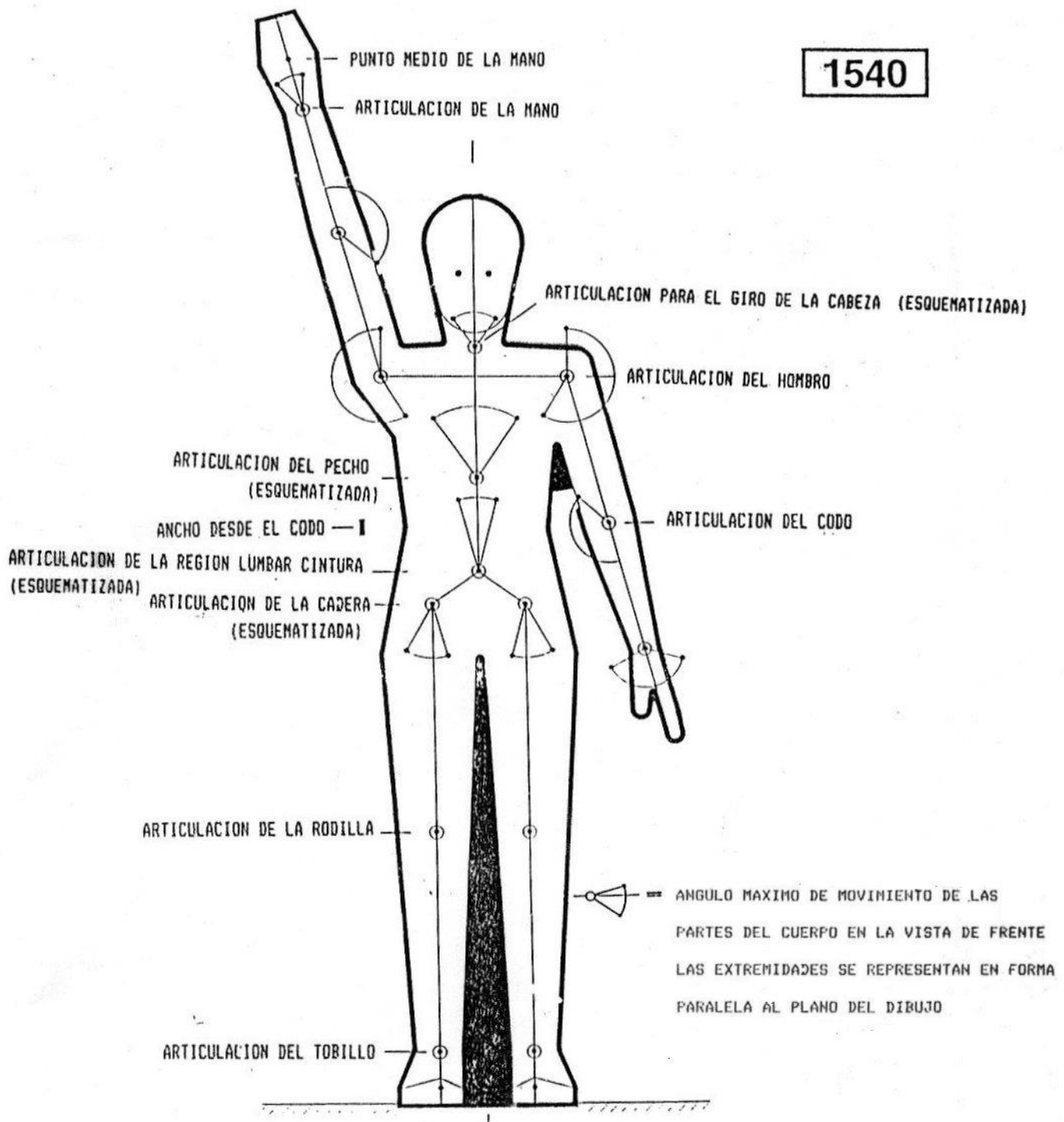
La firma Bosch desarrollo una serie de plantillas basadas en las medidas denotadas en la Norma DIN. Dichas plantillas consisten en una serie de juegos de medidas y posturas con el fin de poder cubrir todas las alternativas planteadas en el punto anterior

Cada juego de plantillas (son cuatro en total, mujer pequeña, mujer mediana - hombre pequeño, mujer grande - hombre mediano y hombre grande; como se indicó en la **figura Ane 1.5.2.**) consta de tres vistas del cuerpo, de perfil (pie - sentado). de frente (pie) y en planta.

Las siguientes figuras son copias a título de referencia (con las inscripciones traducidas) de los juegos de las plantillas en los diferentes tamaños. Los perfiles de las plantillas están realizados en escala 1:10 y responden a la Norma DIN 33.402 Parte 2.

Nota: Son tomadas del libro Arbeitsplatz-gestaltung und Körpermasse de Jenner Berger (1986).

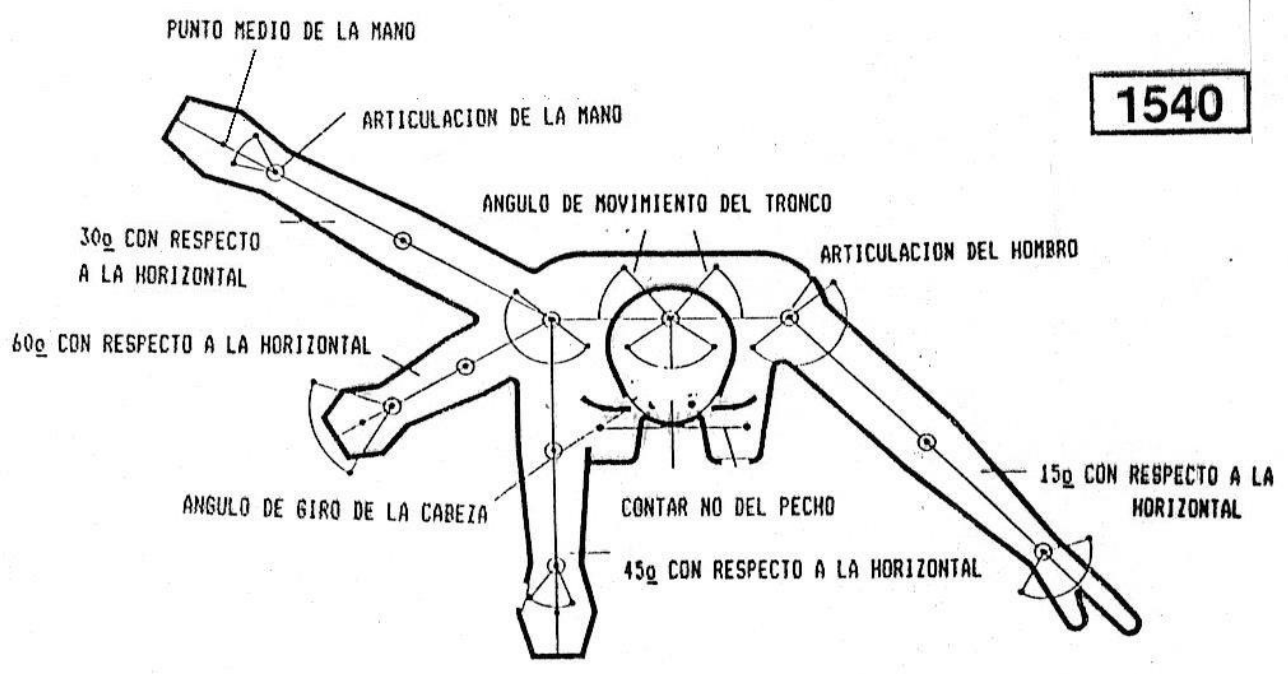
1540




ESCALA 1:10

Figura Ane 1.5.8. Medidas corporales clase mujer baja 1540 – Vista de frente

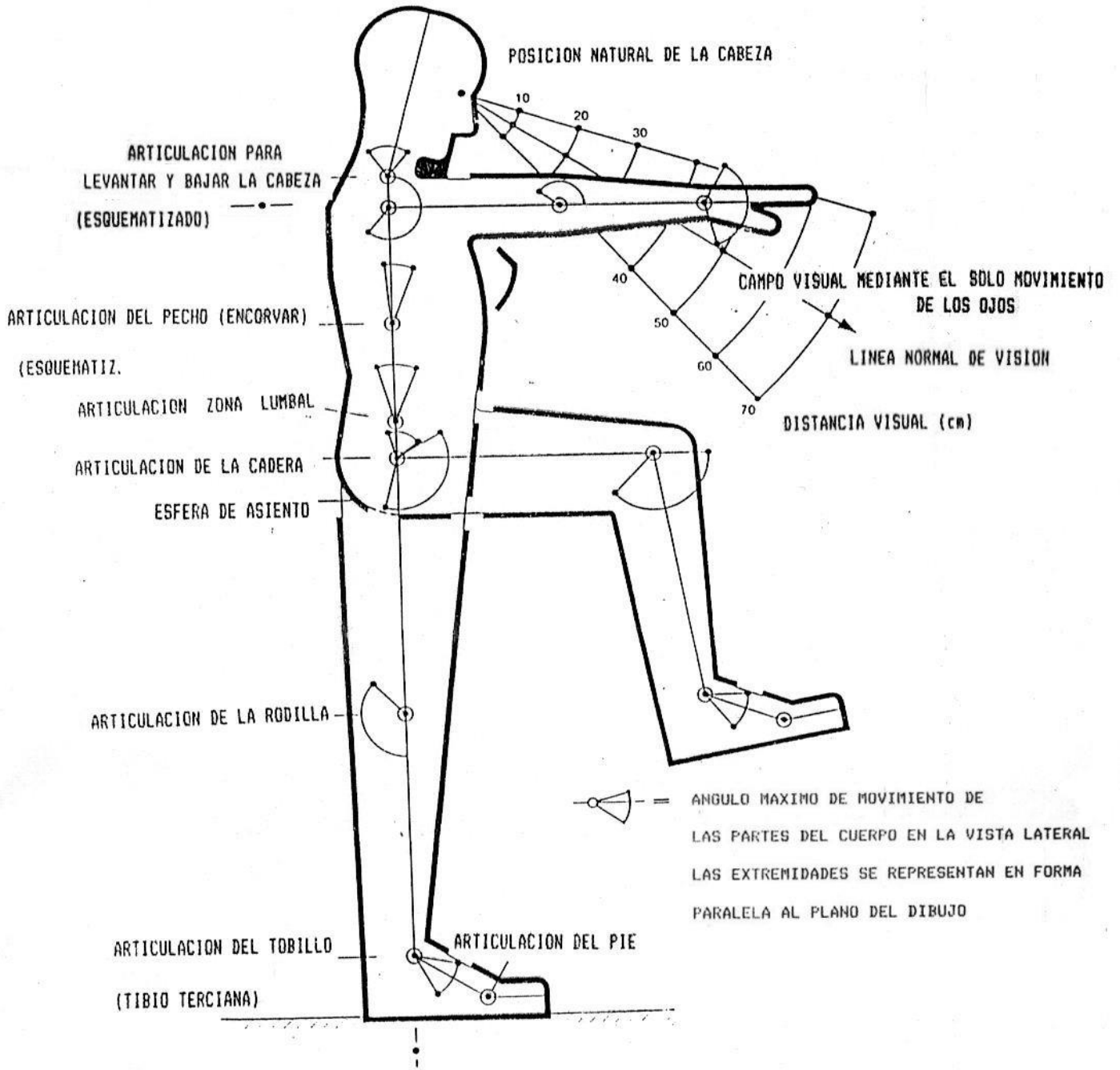
1540



—  = ANGULO MAXIMO DE MOVIMIENTO  
DE LAS PARTES DEL CUERPO EN LAS PROYECCIONES  
TODAS LAS EXTREMIDADES SE HAN REPRESENTADO EN FORMA  
REDUCIDA ACORDE CON LOS ANGULOS DE INCLINACION INDICADOS  
CON RESPECTO AL PLANO DEL DIBUJO

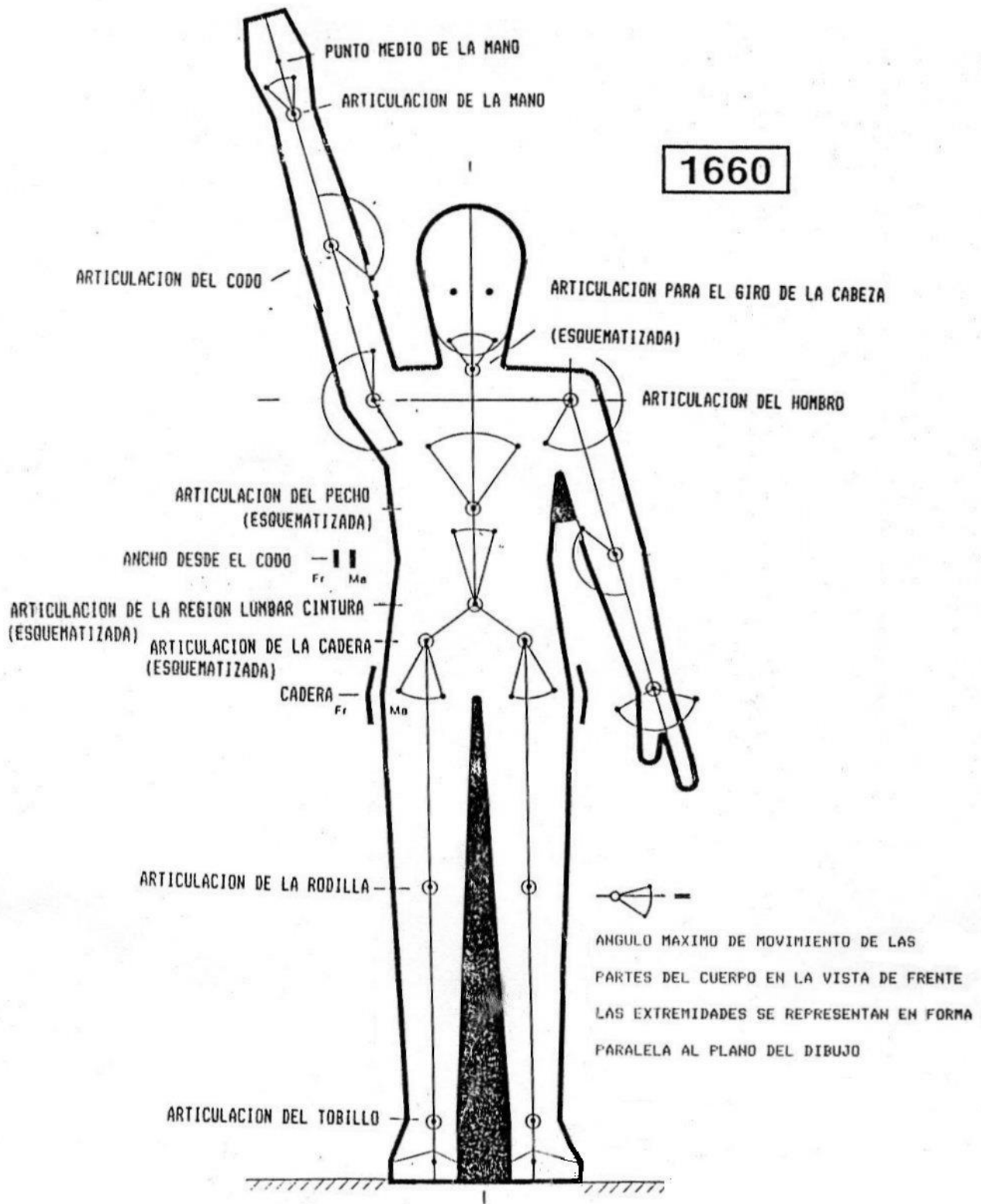
ESCALA 1.10

Figura Ane 1.5.9. Medidas corporales clase mujer baja 1540 – Visto desde arriba con cuatro diversos ángulos de posición de los brazos



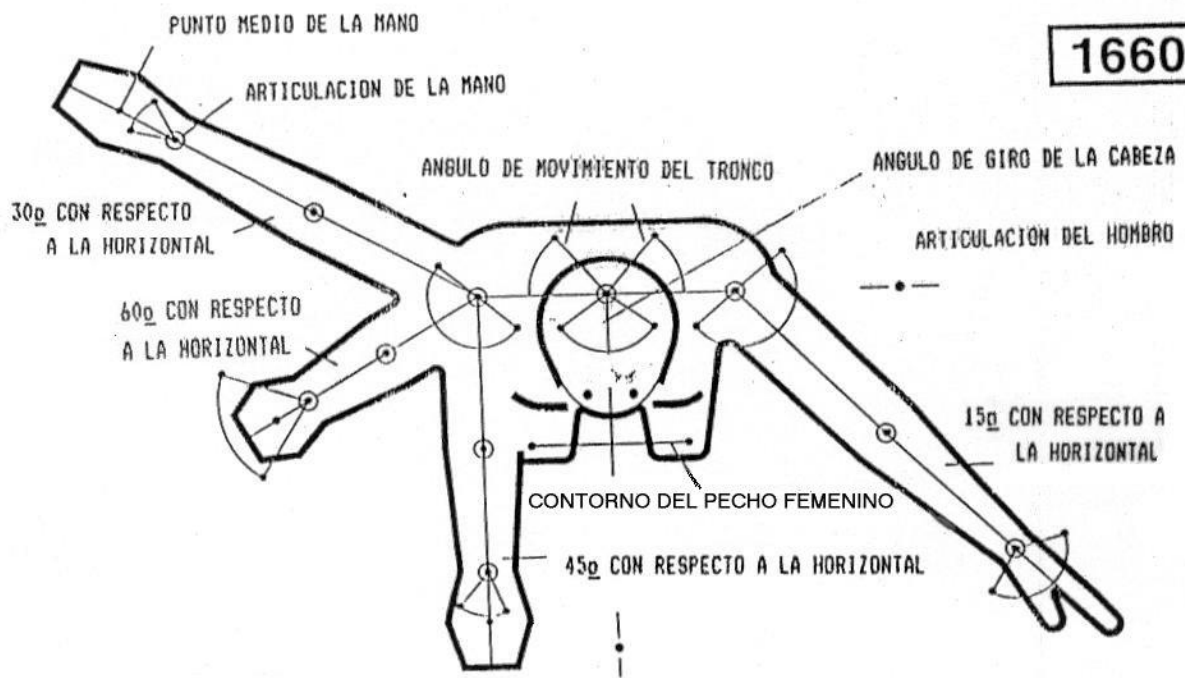
ESCALA 1.10

Figura Ane 1.5.10. Medidas corporales clase mujer mediana – hombre pequeño 1660 – Vista lateral



**Figura Ane 1.5.11.** Medidas corporales clase mujer mediana – hombre pequeño 1540 – Vista de frente

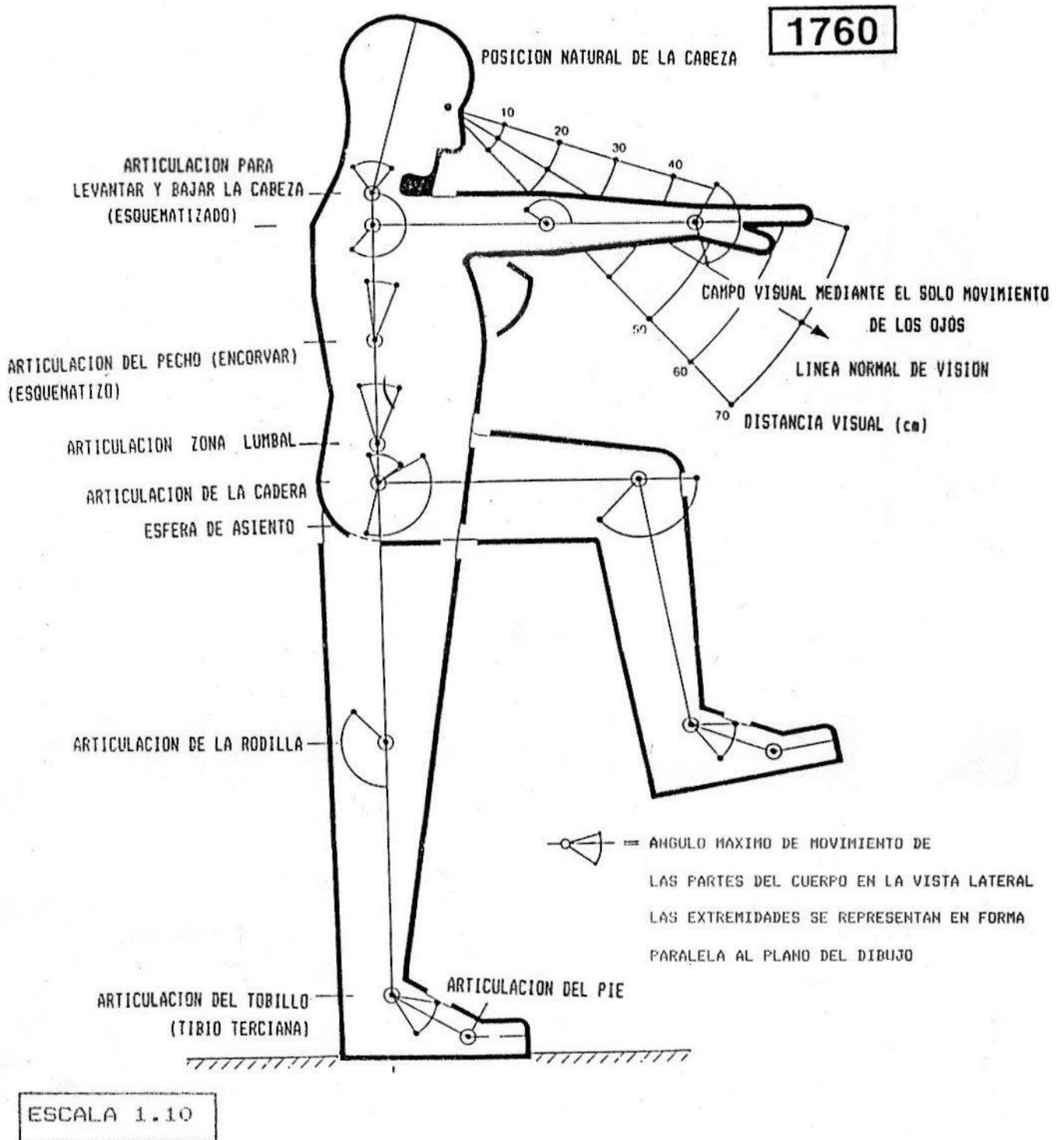




ESCALA 1.10

ANGULO MAXIMO DE MOVIMIENTO  
 DE LAS PARTES DEL CUERPO EN LAS PROYECCIONES  
 TODAS LAS EXTREMIDADES SE HAN REPRESENTADO EN FORMA  
 REDUCIDA ACORDE CON LOS ANGULOS DE INCLINACION INDICADOS  
 CON RESPECTO AL PLANO DEL DIBUJO

**Figura Ane 1.5.12.** Medidas corporales clase mujer baja 1540 – Visto desde arriba con cuatro diversos ángulos de posición de los brazos



**Figura Ane 1.5.13.** Medidas corporales clase mujer grande – hombre mediano  
1760 – Vista lateral

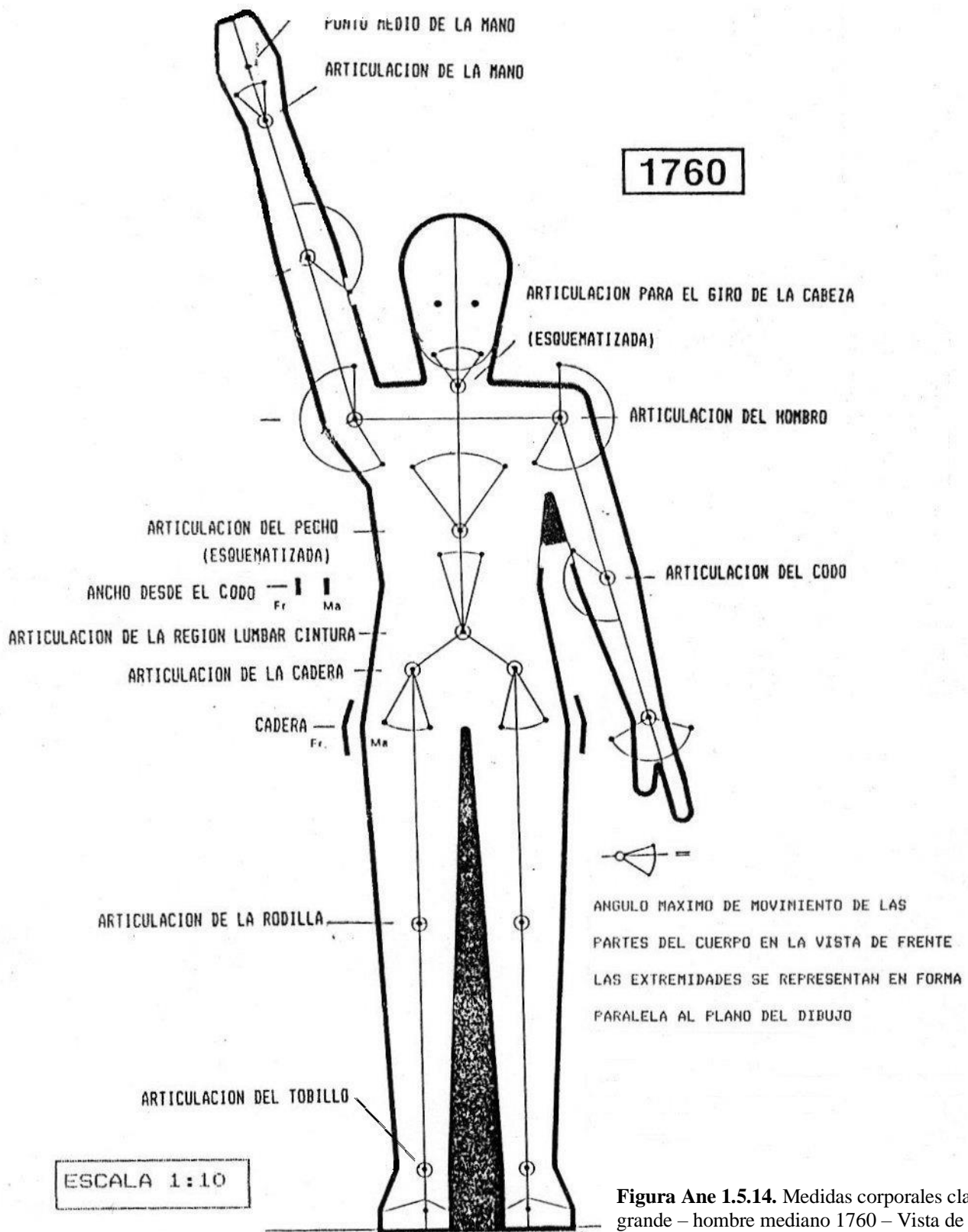
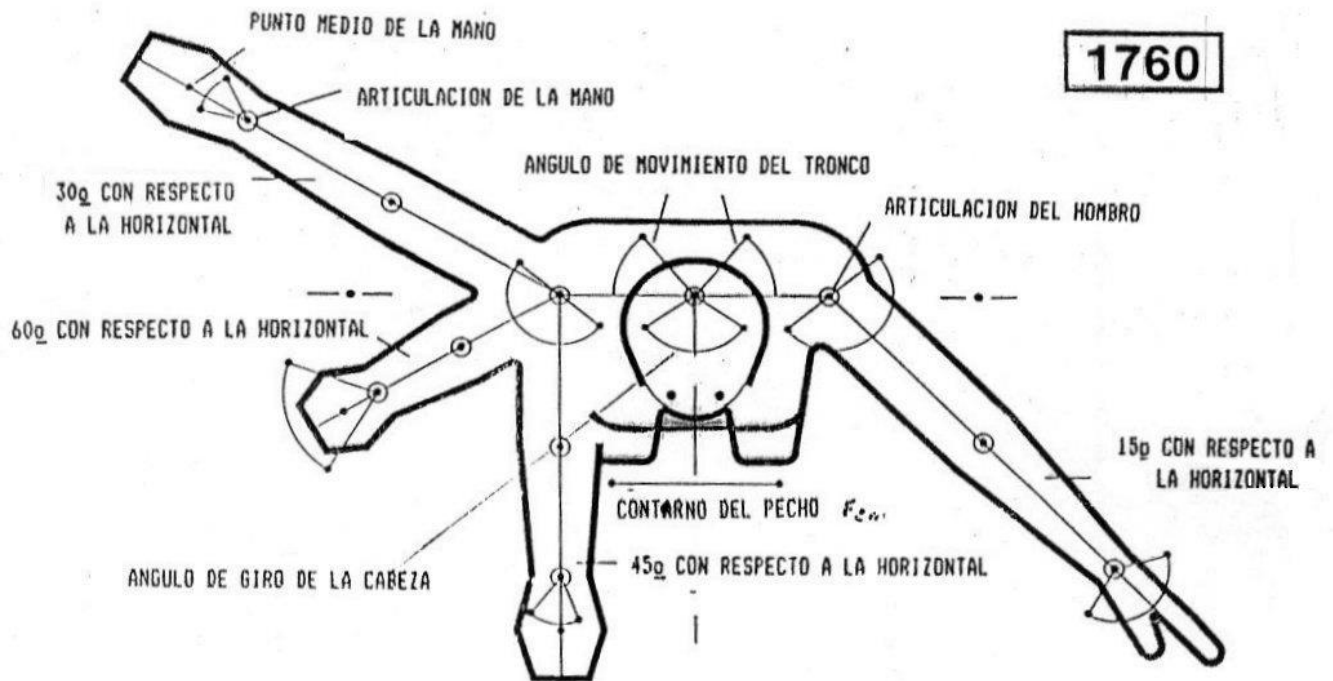



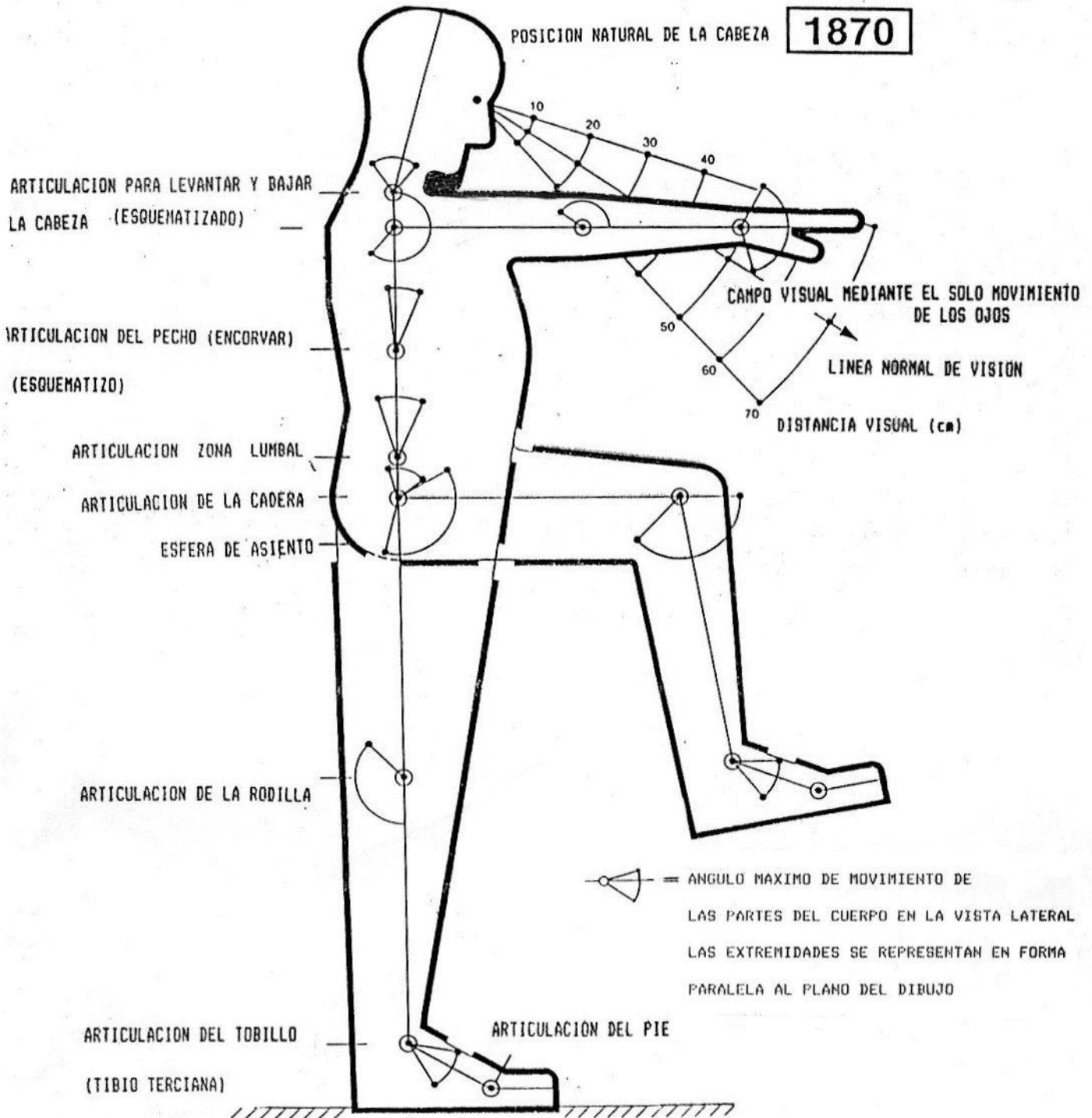
Figura Ane 1.5.14. Medidas corporales clase mujer grande – hombre mediano 1760 – Vista de frente



 = ANGULO MAXIMO DE MOVIMIENTO  
 DE LAS PARTES DEL CUERPO EN LAS PROYECCIONES  
 TODAS LAS EXTREMIDADES SE HAN REPRESENTADO EN FORMA  
 REDUCIDA ACORDE CON LOS ANGULOS DE INCLINACION INDICADOS  
 CON RESPECTO AL PLANO DEL DIBUJO

ESCALA 1.10

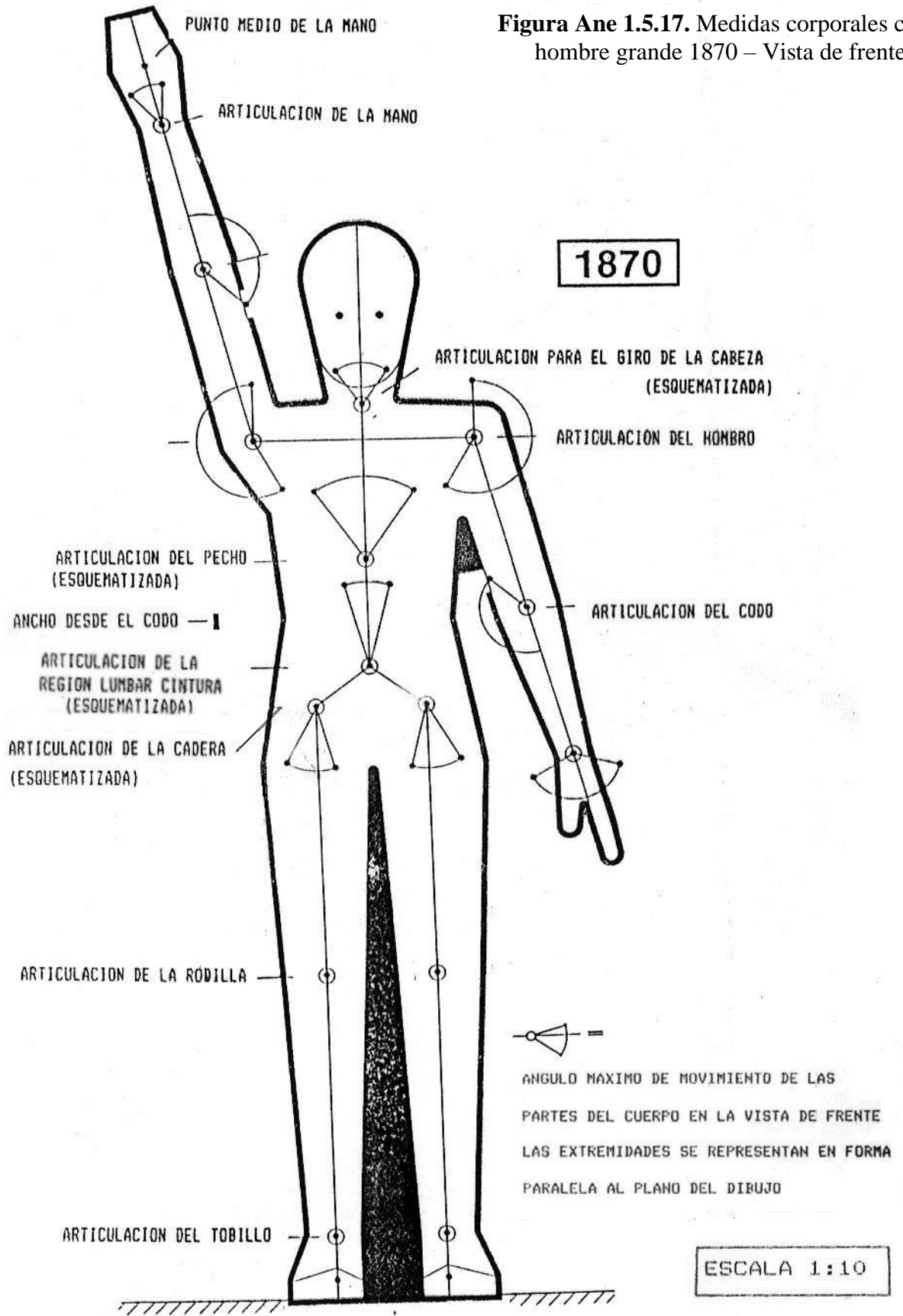
**Figura Ane 1.5.15.** Medidas corporales clase mujer grande – hombre mediano 1760 –  
 Visto desde arriba con cuatro diversos ángulos deposición de los brazos

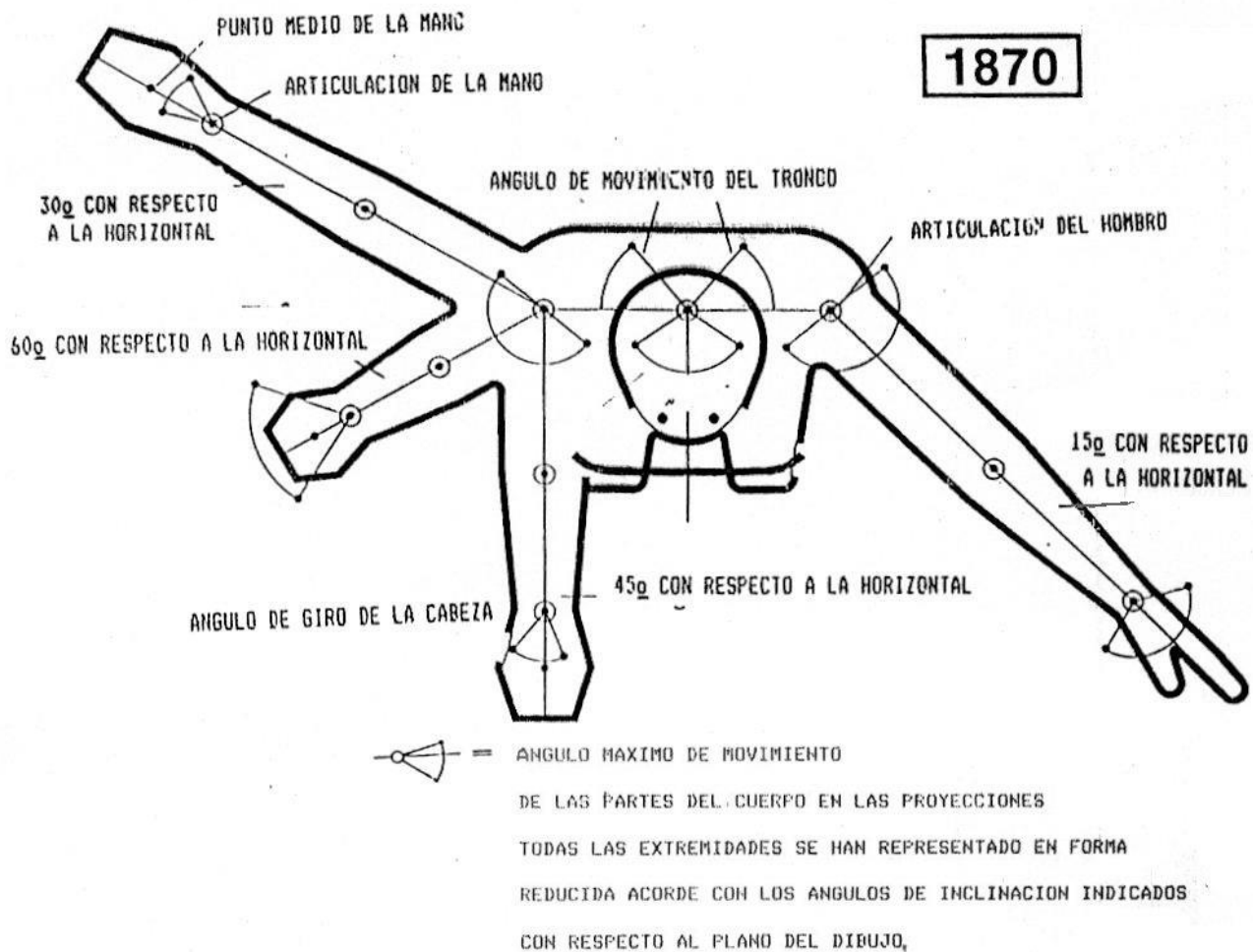


ESCALA 1.10

Figura Ane 1.5.16. Medidas corporales clase hombre grande – Vista lateral

Figura Ane 1.5.17. Medidas corporales clase hombre grande 1870 – Vista de frente





1870

ESCALA 1.10

**Figura Ane 1.5.18.** Medidas corporales clase hombre grande 1870 – Visto desde arriba con 4 diversos ángulos de posición de los brazos

**3.1.1. FORMA DE USO DE LAS PLANTILLAS BOSCH**

La redacción de la forma de utilización de las plantillas Bosch es difícil pese a la simpleza de su uso, para evitar confusiones nos limitaremos a mostrar ejemplos de su uso en diversos cuadros. Sin embargo, antes de trabajar siempre se debe tener en cuenta que medida es la necesaria para seleccionar el juego correcto de las plantillas, según el tamaño del perfil.

Figura Ane 1.5.19. Para dibujar una persona en la posición coincidente con la de la plantilla no existe problema alguno; el inconveniente surge cuando se desea representar una persona en una posición distinta a las del juego

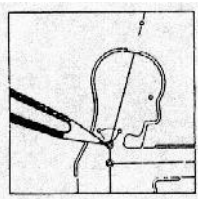
de plantillas. Para efectuar el dibujo en una posición diferente se toman los puntos de articulación representados mediante un punto en los ejes, para hacer los movimientos. (tienen marcado los ángulos límites de giro en la articulación).

Figura Ane 1.5.20. Teniendo en cuenta los ángulos admisibles de movimiento para cada articulación (representada en cada una de ellas el desplazamiento mediante un arco que marca sus límites).

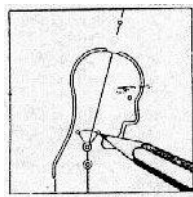
Figura Ane 1.5.21. Quedan así los dibujos.

Figura Ane 1.5.22. Así se marcan los contornos.

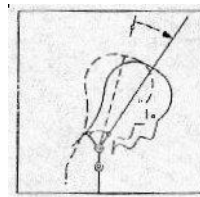
Figura Ane 1.5.23. y Se deben completar las líneas interrumpidas de manera tal que los dibujos queden con trazos continuos.



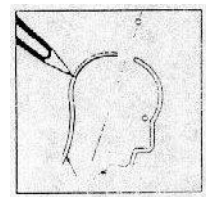
**Fig. Ane 1.5.19.**



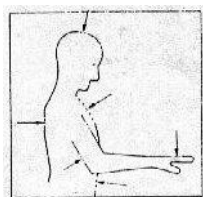
**Fig. Ane 1.5.20.**



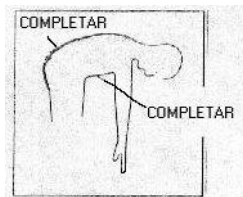
**Fig. Ane  
1 5 21**



**Fig. Ane  
1 5 22**

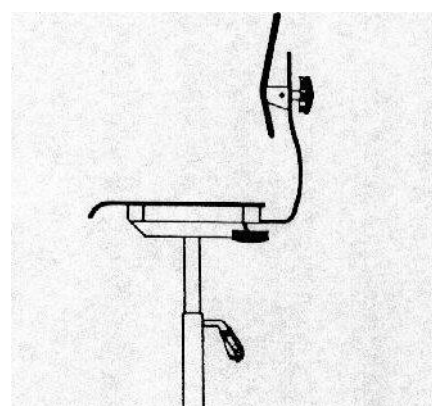
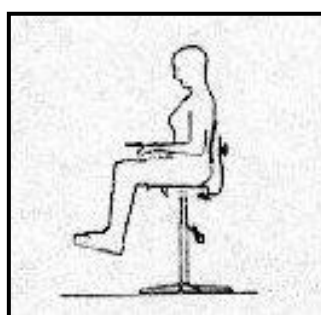


**Fig. Ane 1.5.23.**



**Fig. Ane 1.5.24.**

Se desea sentar una persona en una silla según se ve en la figura Ane 1.5.25, sabiendo las dimensiones de la persona, (supongamos en nuestro caso que es la mujer chica o sea la plantilla de la persona de 1540 m.m. de altura), se deberá seguir los pasos de la figura 1.5.26., haciendo el brazo en forma horizontal según B y completando por último hasta la mano también en forma horizontal según C y llenando las líneas.





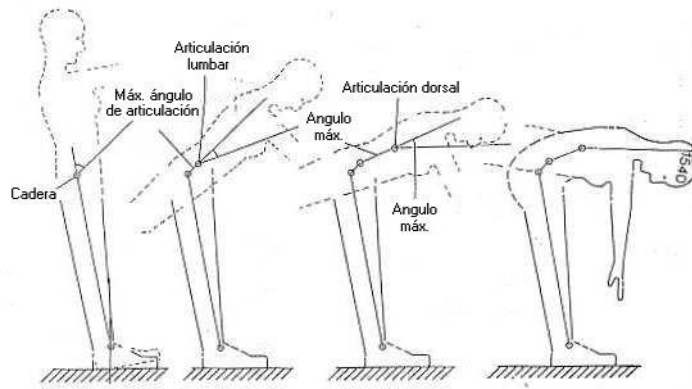
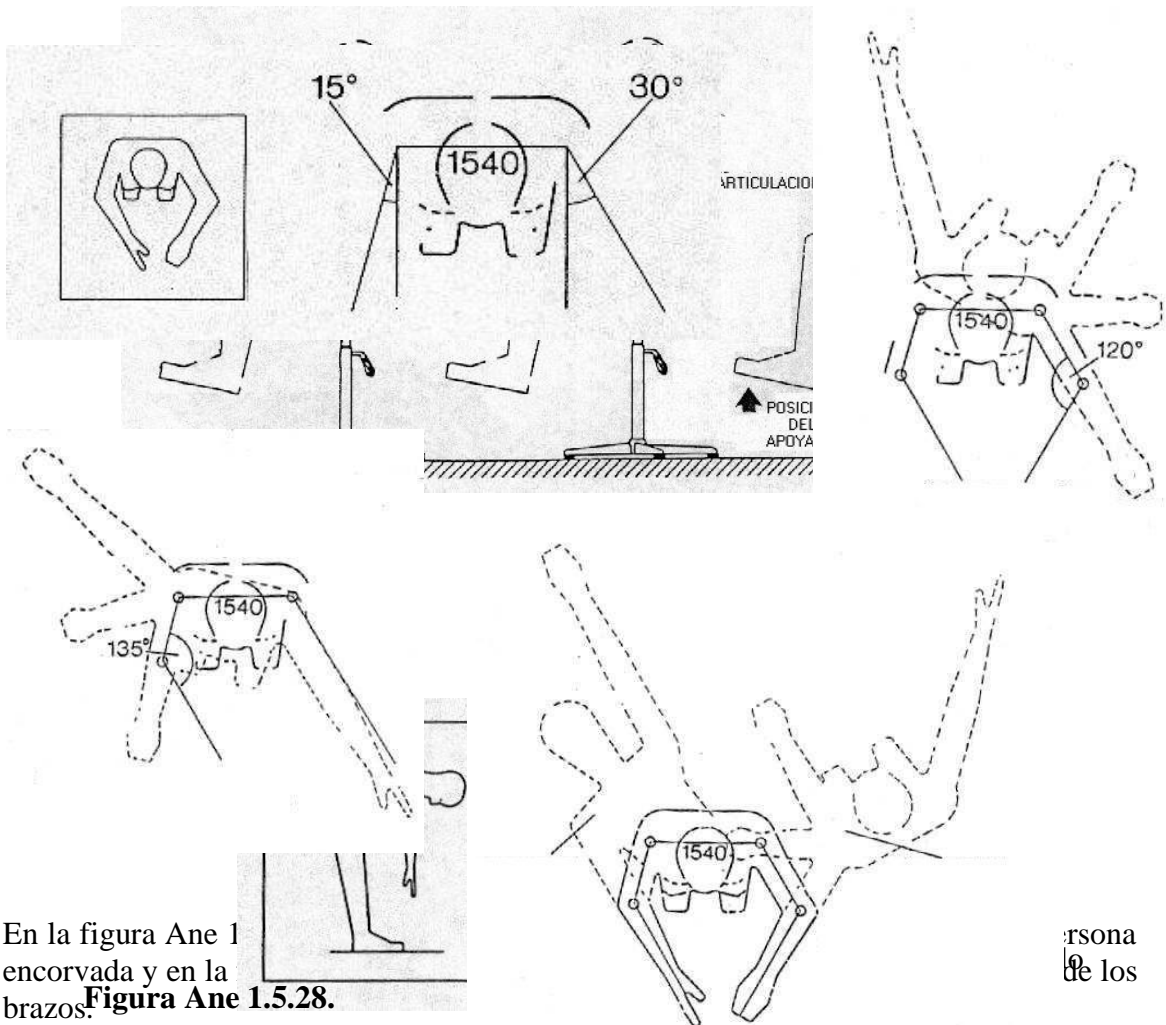


Figura 1.5.25 persona que se quiere representar,



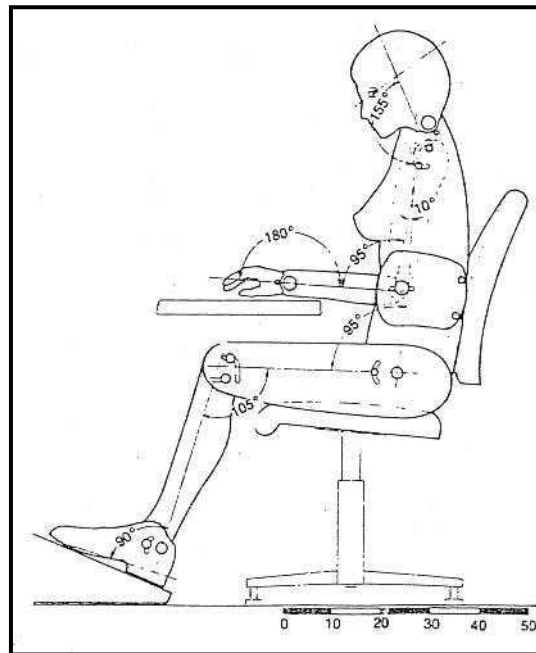
En la figura Ane 1 encorvada y en la brazos. **Figura Ane 1.5.28.**

persona de los

### **3.2. PLANTILLAS KIELER PUPPE**

Procederemos ahora a tratar brevemente el trabajo con las plantillas diseñadas por Kieler Puppe. En la figura Ane 1.5.29 se observa el diseño esquemático de un puesto de trabajo con esta plantilla, en la cual las partes fijas (cabeza, tronco, muslos piernas y pies) son solidarios y móviles; en cambio, los brazos, antebrazos y manos son intercambiables (según la posición que sea necesaria) y además son móviles.

El trabajo con esta plantillas es menos preciso que con la bosch, pero la tarea se hace mucho más rápidamente.



**Figura Ane 1.5.29.**

### **3.3. OTROS METODOS DE DIBUJO**

Existen muchos métodos de dibujo, tales como la de calcar figuras en escala o jugar con ellas analizando las interferencias.

En el año 1977 ante la necesidad de proyectar en forma muy rápida las líneas de montaje de la planta Mercedes Benz Argentina, para que fuesen reconstruidas después del incendio de noviembre de 1977.

Si bien el sistema es arcaico, en Argentinas las empresas, sobre todo las PYMEs., carecen de recursos, por ello, el sistema todavía es útil.

El método consiste en dibujar a escala 1:10 (puede ser otra de mediar alguna necesidad especial) los perfiles de los hombres medio, de la población que trabaja en la planta, (50° percentil), (para entonces 1.720 m.m.). Los dibujos se efectúan en transparencias,

(en el método original se hacían en papel vegetal), y luego se trabaja con figuras superpuestas, que representan a los medio de trabajo.

Las figuras básicas son:

- 1) Perfil del hombre en posición de pie sentado
  - 2) Hombre de pie y de frente
  - 3) Hombre visto en planta
  - 4) Hombre de  $\frac{3}{4}$  y espalda
- Luego se analizan los alcances en cada posición y se dibujan en una transparencia nueva; el alcance máximo de aferrar (donde el puño puede agarrar sin dificultad tomando los elementos con todos los dedos cerrados). En la posición en planta se tiene en cuenta la zona de trabajo bimanual, pudiendo considerar el trabajo del hombre diestro, o no y se fijan pautas básicas de posiciones de todos los elementos además del hombre.
  - Posteriormente si el que tomamos es el perfil lateral del hombre se analiza el uso de una silla,
  - Se dibujan los ángulos de visión directa y de ser necesarios, los secundarios, agregando la distancias de mejor visión y marcando el área que encierran los límites que dan los ángulos y las distancias mencionadas, (se trabaja con el operario calificado de edad promedio de 35 años).
  - A continuación se le van agregando en sucesivas transparencias los medios de elaboración, como ser la mesa, herramientas y dispositivos, etc., hasta completar todo.

De la misma forma se hace el trabajo para el total de las posiciones.

La forma de diseñar consiste en calcar las figuras y mover las extremidades en el dibujo según los alcances establecidos en las pautas básicas y luego darle las tolerancias para las personas de distinto tamaño físico

En las figuras Ane 1.5.30, a Ane 1.5 33. Se dan ejemplos de este método de trabajo.

Este método tiene por ser elemental el gran defecto de no contemplar los operarios con tamaños límites (muy grandes 95° percentil y muy pequeños 5° percentil) en forma directa, no correctiva. Además es poco flexible y necesita conocer las articulaciones del cuerpo humano, dado que no tiene guías de referencia.

## EJEMPLOS

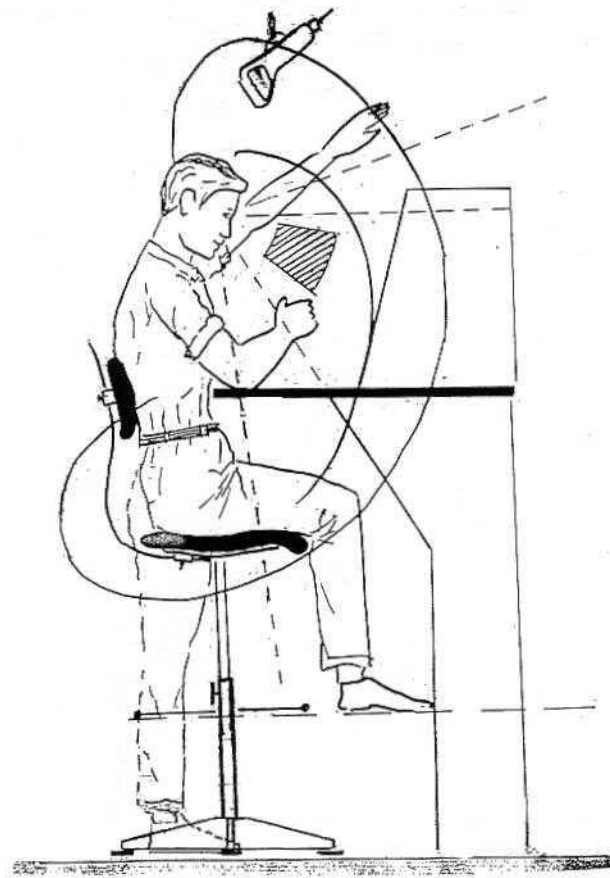


Figura Ane 1.5.30.

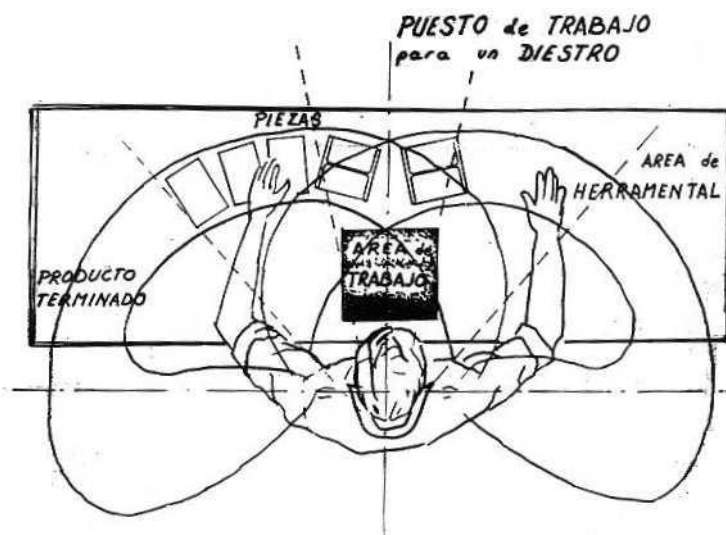


Figura Ane 1.5.31.

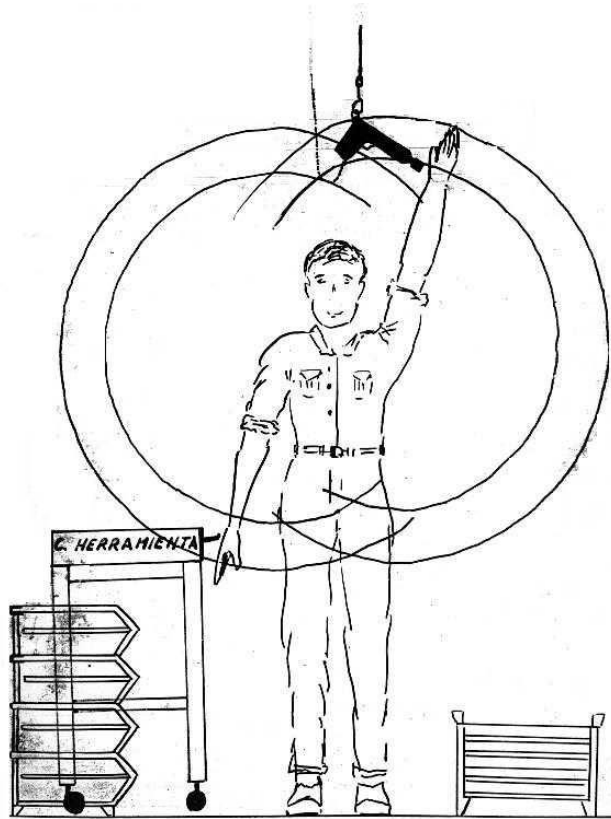


Figura Ane 1.5.32.

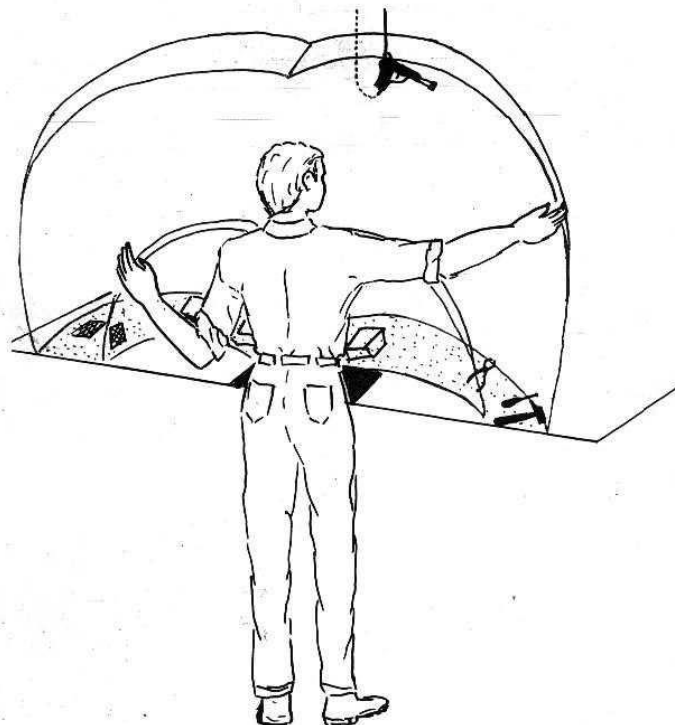


Figura Ane 1.5.33.

**VIDEOSOMATOGRAFIA**

Para el diseño de puestos de trabajo existen otro métodos, el de videosomatografía es uno de ellos, que, como todos, trabaja con las dimensiones corporales para evitar

dificultades de adaptación o incompatibilidad total del sistema hombre máquina u hombre puesto de trabajo.

De hecho debe mencionarse normalmente en videosomatografía se trabaja con percentil 5° y 95° de la estatura, (pudiéndose trabajar con cualquier otro percentil según las necesidades del caso). Por lo tanto, siempre que se diseña un puesto de trabajo se contempla la posibilidad de que toda persona, cualquiera sea su contextura física se puede adaptar perfectamente al mismo.

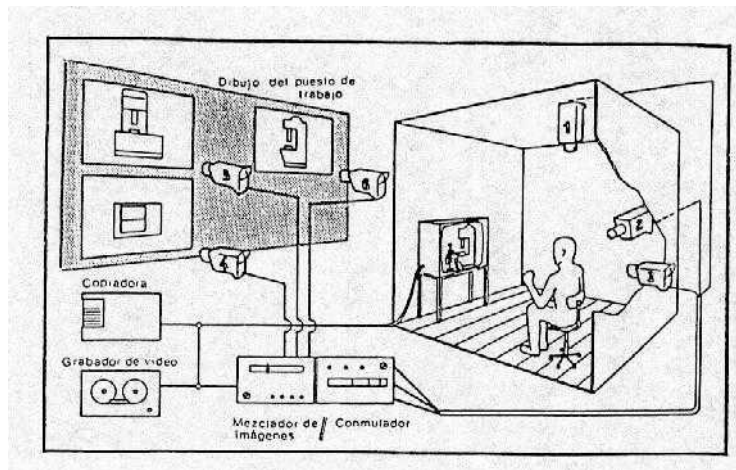
La videosomatografía fue un considerable aporte para el logro del diseño ergonómico del puesto de trabajo, superado ahora por los adelantos de la simulación por computadora, de todos modos no perdió vigencia, ya que el método, posibilita un exhaustivo análisis. previo a la instalación o construcción y permite detectar defectos de diseño e introducir mejoras en la misma fase de diseño, evitando altos costos e inconvenientes que implicarían modificaciones posteriores. De hecho esto también se puede aplicar a puestos de trabajo ya existentes con el fin de corregir dificultades.

Este método consiste en tomar imágenes mediante cámaras de vídeo, mezclarlas y hacer análisis.

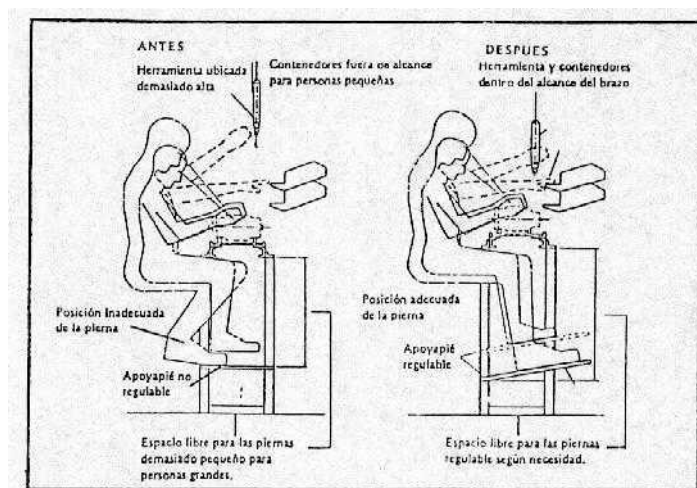
En detalle el trabajo se realiza de la siguiente manera, mediante cámaras de vídeo, que puede ser blanco y negro, se toma el diseño previo del puesto de trabajo en escala, hecho en partes con la intención que este sea móvil y con el agregado de una regla graduada de la escala. Con otra cámara de vídeo se toma una persona parada en una posición determinada previamente y mediante el zoom del objetivo y la mezcla de la imagen de esta cámara con la que toma el diseño del puesto de trabajo, y observando en un monitor, se regula la altura de la persona según coincida con la regla graduada, al percentil deseado, que tomará parte en el ensayo, (recurso que permite simular personas de distintas estaturas), como se muestra en la figura Ane 1.5.34., de contarse con la cantidad necesaria de cámaras, se puede tomar imágenes en las tres dimensiones.

Una vez determinado en que dimensión se realizará el ensayo, las imágenes mezcladas del puesto de trabajo y de la persona se pueden ver en un monitor, una vez obtenida las dimensiones relativas del hombre en el puesto de trabajo, mediante el objetivo variable de cámara (zoom).

El siguiente paso consiste en la simulación de todos los movimientos y posiciones del cuerpo requeridas en el puesto en estudio, tomando como referencia las líneas del diseño y comprobando de ese modo si el diseño es correcto o son necesarias modificaciones del mismo.



**Figura Ane 1.5.34.** Esquema de un laboratorio de videosomatografía.



**Figura Ane 1.5.35.** Esquemas de modificaciones realizadas mediante el empleo de videosomatografía

#### **4.1. VENTAJAS DE LA VIDEOSOMATOGRFIA**

La videosomatografía posee una serie de ventajas, las que se enumeran a continuación:

- Rapidez
- Economía
- Cualquier persona puede tomar parte en el ensayo sin capacitación previa
- Se obtiene mucha precisión en los resultados del ensayo.

La rapidez está dada por el hecho de que en pocas horas se tiene resuelto el diseño, con una prueba (emulación) ya hecha al efectuarse el estudio.

La economía esta fundada principalmente en la rapidez con que se trabaja. Además, la razón de que la regulación del zoom nos permite trabajar con cualquier persona nos evita el problema de buscar individuos de elevada y/o baja estatura para hacer los ensayos, manteniendo una gran precisión en el resultado del diseño.

#### **4.2. DESVENTAJAS DEL USO DE LA VIDEOSOMATOGRAFIA**

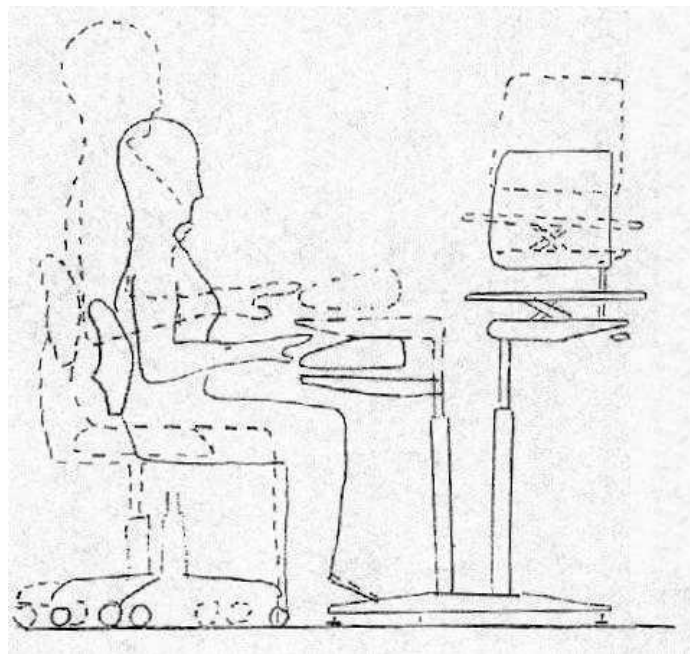
La desventaja mayor esta en el costoso equipamiento y las instalaciones del laboratorio, (edificio, instalaciones, cámaras de vídeo, mezcladores, monitores, grabadores, iluminación, telón, etc.

#### **4.3. CAMPO DE APLICACIÓN DE LA VIDEOSOMATOGRAFIA**

Cualquier sistema hombre - máquina, hombre puesto de trabajo, puede ser estudiado y mejorado, o diseñado ergonómicamente con el uso de este método.

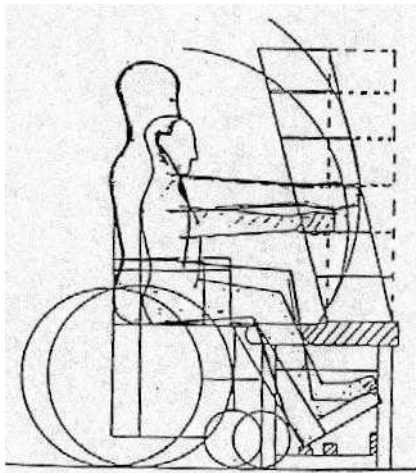
- Máquinas herramienta
- Muebles de oficina
- Muebles de escuelas
- Muebles de casa
- Puestos de conducción
- Puestos de control de grandes complejos (hidroeléctricos, químicos, etc.)
- Dispositivos para discapacitados
- Equipamiento hospitalario
- Etc.

A continuación se dan algunos ejemplos de diseños con videosomatografía.



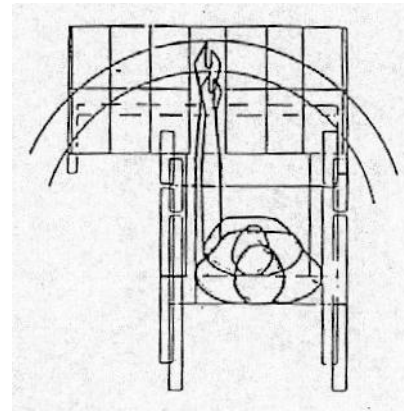
**Figura Ane 1.5.36.** Mobiliario destinado a puestos de PC





Estado adaptado:  
 Para alcanzar las casillas altas se inclinaron las casillas correspondiendo así a la curva de alcance de personas de

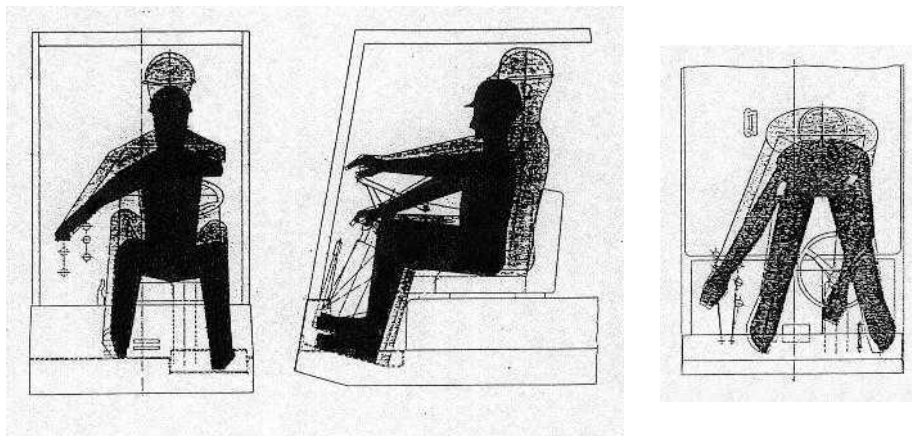
**Figura Ane 1.5.37a.**



Estado adaptado:  
 Con la posición en la silla de ruedas en el extremo derecho de las casillas

**Figura Ane 1.5.37b.**

Adaptación de casillas de correos para usuarios de sillas de ruedas



La somatografía permite diseñar el puesto de mando del autoelevador para una amplia y determinada gama de constituciones corpóreas. Sin descuidar la exactitud anatómica y antropológica, las representaciones gráficas simplifican y aclaran conceptos que pueden servir al constructor como base para su trabajo. El asiento y el área de trabajo para el conductor de constitución robusta son tan detalladamente diseñados, como el del conductor pequeño. La imagen de la derecha demuestra que brazos, manos, piernas y pies quedan protegidos en todos y cualesquiera de sus movimientos por la jaula protectora. Estos movimientos quedan siempre dentro del polígono delimitado por la proyección vertical del contorno del vehículo. Esto se traduce también por seguridad, por ejemplo, cuando se trabaja junto a la pared de un vagón.

**Figura Ane 1.5.38.**

#### **4.4. ERGONOMIA APLICADA AL MUEBLE DE OFICINA**

La oficina es un lugar en el que se reciben, almacenan, procesan y retransmiten datos e informaciones. Así continuará siendo, pues la irrupción de la computadora a logrado ampliar la tarea y diversificándola.

Este tema será central en el Anexo 2.V.

Un claro ejemplo en las máquinas herramientas robotizadas que requieren más horas de trabajo de los programadores en oficina que de los operadores en planta de producción. Si bien en nuestro país tal evolución no es todavía tan marcada, se está llevando a cabo en forma lenta e inexorable. Pero si hablamos de la humanización del trabajo en este campo, paralelamente se debería producir la correspondiente adecuación de las condiciones y medio ambiente laboral.

Dentro de la amplia gama de aspectos que se deben tomar en cuenta para hacer de una oficina un lugar de trabajo confortable, los muebles ocupan un lugar preponderante.

Tanto fabricantes como usuarios no tienen siempre datos y medios necesarios para lograr un diseño ergonómico de muebles de oficina que satisfaga a la mayoría, a pesar de que muchos se ha avanzado en este aspecto.

Se entiende por diseño ergonómico al diseño que se ajusta a las necesidades y condiciones del ser humano.

En definitiva, muchas dolencias y motivos de insatisfacción que afectan a las personas en las oficinas se solucionarían con el diseño adecuado de los muebles.

En la Argentina, la fundación REFA de Argentina tiene un laboratorio desactivado de videosomatografía que puede ser puesto fácilmente en servicio, de más está decir que mientras trabajó prestó un gran servicio.

#### **5. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA**

##### **5.1. GENERALIDADES**

Se denomina diseño asistido por computadora a una tecnología para la concepción y diseño de productos que consisten en la generación y almacenamiento de diseños (bidimensionales o tridimensionales). Sobre la base de datos gráficos y el acceso a ellos desde la pantalla de puestos de diseño para representar distintas perspectivas, modificarlos, obtener listas de materiales, interfaces, etc.

Esta tecnología se originó a fines de la década del 50, en que se comenzó a estudiar el uso de la pantalla de computadora para exhibir y manipular formas. El conocimiento adquirido se aplicó seguidamente a los diseños de ingeniería.

La libreta de bocetos desarrollada en 1963 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) que permitía a los diseñadores dibujar bocetos en pantalla y modificarlos con un lápiz luminoso, marcó un hito significativo en el desarrollo del diseño por computadora.

Los primeros sistemas que requerían la utilización de las computadoras de mayor capacidad de la época, fueron utilizados fundamentalmente por fabricantes de equipos aeroespaciales, automovilísticos y electrónicos.

En la actualidad se dispone de múltiples sistemas que pueden procesarse por macro, mini, o microcomputadoras.

Los medios de entrada más usuales son el teclado, la placa de gráficos, el ratón (puntero electrónico), el lápiz luminoso y el digitalizador. Entre los medios de salida se destacan la pantalla, el trazador y la microforma.

Dado que los diseños permanecen almacenados en bases de datos (o bibliotecas) de gráficos, estos pueden ser recuperados, revisados, modificados, o combinados. Puede reproducirse una parte del gráfico, ampliarla, cambiarla de posición o hacer girar el diseño para analizarlo desde distintas perspectivas.

Castellano	Inglés
[base de datos, biblioteca] de gráficos	graphics [data base, library]
digitalizador	digitizer
diseño asistido por computador	computer [aided, assisted] design; CAD
diseño y dibujo asistido por computador	computer assisted design and drawing: CADD
lápiz [lumínico, luminoso, fotosensible]	ligh [gun, pen]; selector pen
placa de gráficos : tablero electrónico	graphics [board, panel, plate, tablet]
puesto de diseño	design workstation
puntero electrónico, ratón	mouse
teclado	keyboard
trazador, graficador	plotter

**Figura Ane 1.5.39.** Glosario

La figura Ane 1.5.40. representa lo establecido en las Normas DIN, en un dibujo primitivo hecho por computadora, en cambio la figura Ane 1.5.41. representa con una técnica más evolucionada, lo denotado anteriormente con el uso del lápiz electrónico.



Una vez editado el diseño definitivo de un producto, se producen listados de materiales, cortes, interfaces, etc., y el sistema genera las instrucciones para la computadora y así manejar la fabricación.

El concepto de interfaz diseño - fabricación asistido por computadora se ha difundido a partir de los años 80 y los softwares se van superando uno a otro a medida que evolucionan.

La mayor parte de los sistemas de diseño asistido por computadora generan dibujos para que los ingenieros los analicen y traten de producirlos, pero en los últimos años han aparecido software que permiten hacer diseños y comprobar su funcionalidad, tales como los circuitos eléctricos y electrónicos (ORCAD), o en los circuitos neumáticos, también hay programas específicos para el diseño adaptado a la antropometría (Human CAD), para hacer diseños respetando la anatomía y antropometría humana.

### **5.3. FORMAS DE OPERACIÓN DE UN sistema CAD**

En la actualidad existen en el mercado varios softwares para realizar diseños, los cuales permiten lograr maravillas desde el planteo de esquemas, dibujos en el plano o en volumen con rotaciones, permitiendo hacer estudios con gran precisión.

Como ejemplo de la forma de operar de un sistema CAD, (recordamos la traducción de la denominación genérica del sistema CAD, Computed Aided Design, o sea Diseño Asistido por Computadora), que consiste en un conjunto de funciones de diseño y dibujo de alto nivel y objetivos múltiples, constituido por un grupo modular de programas interactivos que permite la inmediata construcción de dibujos geométricos sobre la pantalla terminal.

Los dibujos son almacenados en la computadora como base de datos, que pueden ser combinados entre sí para crear una multiplicidad de variantes.

Toda esta información almacenada tiene rápido acceso para obtener información y puede ser copiada en forma gráfica según su tipo y necesidad en una impresora o un graficador automático (plotter).

El monitor del equipo tiene tres funciones principales:

- Representación gráfica de dibujos (líneas y textos alfanuméricos).
- Transmisión de mensajes del sistema al operador.
- Presentación de las opciones (menú) que tienen distintas funciones.

El ingreso de información por parte del operador se hace a través del teclado y/o ratón o lápiz óptico

#### **Propiedades de un sistema CAD**

Además de posibilitar el diseño haciendo su dibujo con gran presión y rapidez, un proyectista puede crear una base de datos diseñando varias configuraciones de dibujos y

luego archivarlos en la memoria del sistema. Con el acceso a está un operador puede, en cualquier momento y etapa de su tarea, rápidamente llamar a la pantalla cualquier representación.

El manejo de la base de datos posibilita la integridad de cualquier plano, permitiendo lo siguiente:

- Llamar a varios dibujos y combinarlos en diversos arreglos para obtener una mejor configuración del diseño.
- Revisar y modificar fácilmente y rápidamente diseños o configuraciones llamadas a la pantalla.
- Superponer planos para el estudio de interferencias o creaciones de diseños (esto es sumamente importante en el trabajo de diseño ergonómico de los puestos de trabajo)
- Eliminar los errores cometidos o las modificaciones innecesarias en un diseño existente.
- Duplicar dibujos o parte de ellos.
- Facilitar el envío de información (datos) entre distintas disciplinas. (Por ejemplo, el envío de un plano base desde ing. Civil a higiene y seguridad, el diseño de un mueble a un ergónomo, etc.)

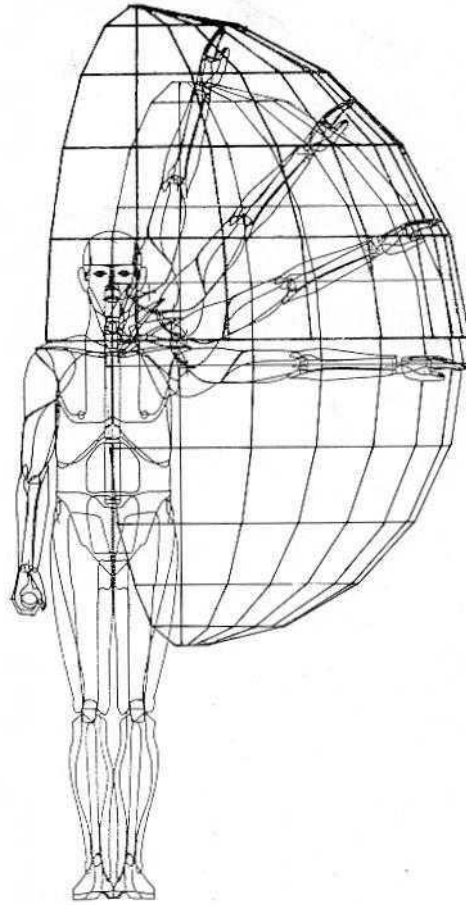
### Cualidades del sistema

#### Máxima posibilidad de diseño

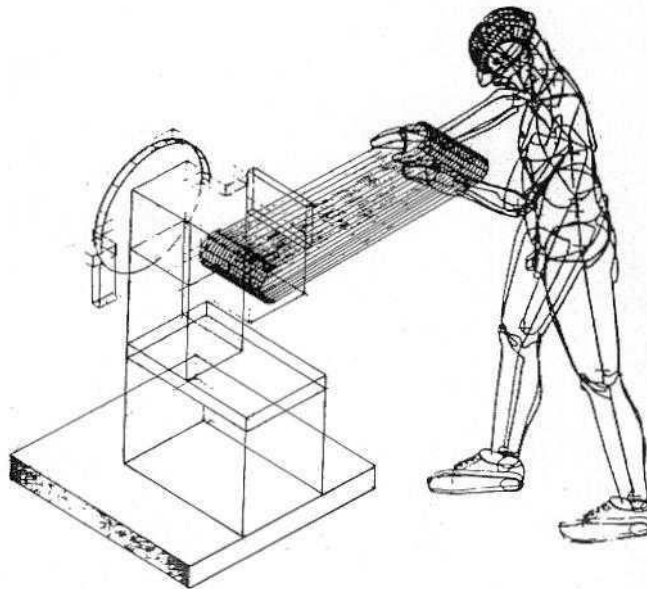
- Parten desde la realización de puntos y líneas hasta sofisticadas superficies volumétricas, rotaciones, ampliaciones, simetrías, cambio de escalas, etc.
- Elimina trabajos monótonos, repetitivos y tediosos de la atención de detalles que realiza el equipo en forma autónoma, también de dibujar una sola vez los elementos más utilizados

A continuación, se dan una serie de ejemplos hechos con sistemas CAD de hace unos años y otros recientes con sistemas más evolucionados.

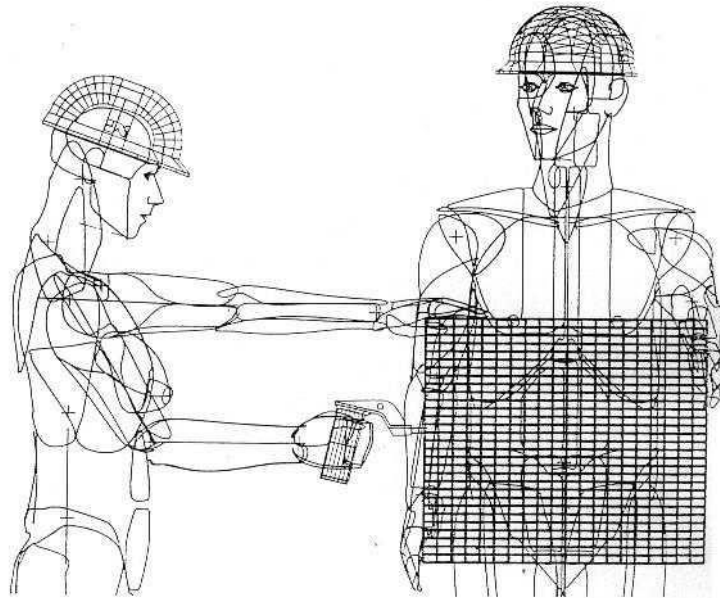
Los ejemplos que daremos son exclusivos de trabajos realizados en diseños ergonómicos, partiendo con estudios hechos sobre el hombre y luego con aplicaciones.



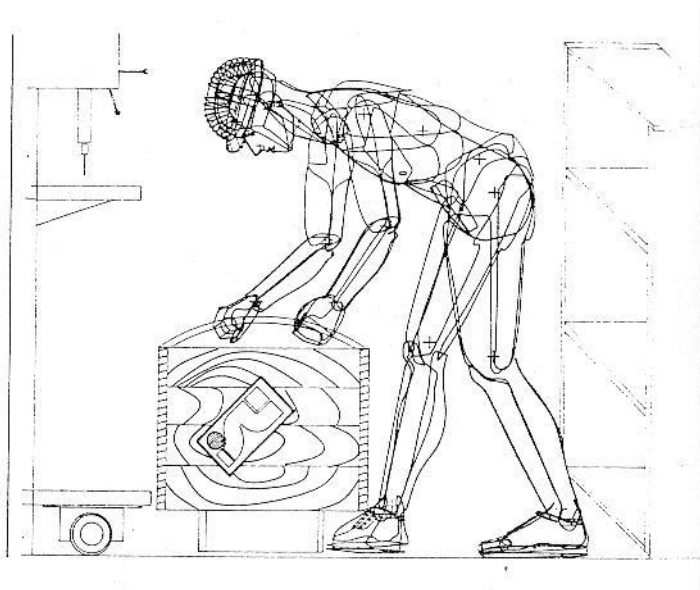
**Figura Ane 1.5.42.** Movimiento del brazo izquierdo (REFA Nachrichten)



**Figura Ane 1.5.43.** Trabajo en una lijadora (REFA Nachrichten)

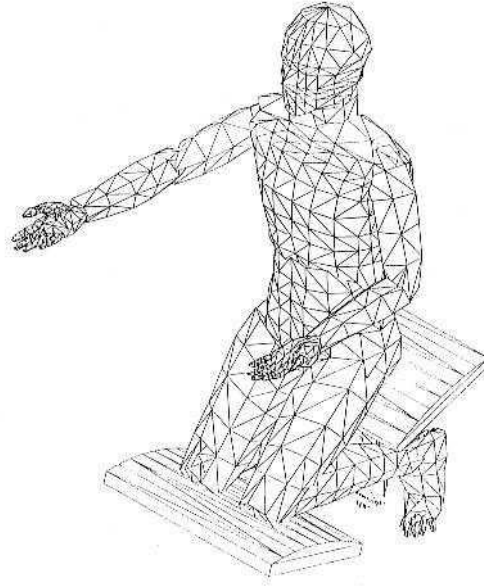


**Figura Ane 1.5.44.** Equipo de rayos X (REFA Nachrichten)

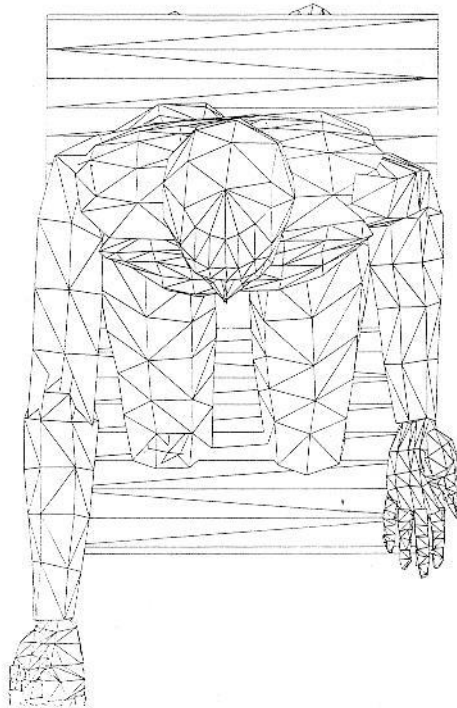


**Figura Ane 1.5.45.** Trabajo en montaje (REFA Nachrichten)





**Figura Ane 1.5.46.** Estudio sobre la silla Balans (Celsi, Diñeiro, Galante, Navoni y Tartaglia, Morón 1997)



**Figura Ane 1.5.47.** Estudio sobre la silla Balans (Celsi, Diñeiro, Galante, Navoni y Tartaglia, Morón 1997)

## **BIBLIOGRAFIA**

**Celsi, Diñeiro, Galante, Navoni y Tartaglia, Carpeta de Trabajos Prácticos U.M. 1997**

**Jenner-Berger. Arbeitsplatzgestaltung und Körpermasse. (1986).**

**REFA Nachrichten. (1976)**

**Melo, J. L. Tableros y Paneles de Control. (1988)**

**Melo, J. L. Plantillas para línea de montaje . (G. Catán 1977)**

**Fundación REFA de Argentina. Videosomatografía. (1987)**

**IRAM. Jornadas de 1992.**

**Centro de Informática S.A. C.A.D.A.M. Sistema de diseño interactivo por computadora. (1992)**

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. DISPERSIÓN
3. PLANTILLAS
3. 1. PLANTILLAS BOSCH – SCHABLONE
3. 1. 1. FORMA DE USO DE LAS PLANTILLAS BOSCH
3. 2. PLANTILLAS KIELER PUPPE
3. 3. OTROS MÉTODOS DE DIBUJO
4. SOMATOGRFÍA
4. 1. VENTAJAS DE LA VIDEOSOMATOGRFÍA
4. 2. DESVENTAJAS DEL USO DE LA VIDEOSOMATOGRFÍA
4. 3. CAMPO DE APLICACIÓN DE LA VIDEOSOMATOGRFÍA
4. 4. ERGONOMIA APLICADA A MUEBLES DE OFICINA
5. CAD DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORAS
5. 1. GENERALIDADES
5. 2. INTERFAZ DISEÑO-FABRICACIÓN ASISTIDA POR COMPUTADORA
5. 3. FORMAS DE OPERAR EL SISTEMA CAD
- BIBLIOGRAFIA

## **ANEXO II DEL CAPITULO V**

### **1. INTRODUCCION.**

En el presente anexo se toma el tema de las enfermedades derivadas de malas posturas, que, como todas las enfermedades profesionales, poseen un desarrollo muy largo y son de difícil detección en un comienzo. Estas enfermedades cuando se logran detectar son de complejo tratamiento y la mayoría de las veces tienen consecuencias irreversibles

Como se mencionó en capítulos anteriores, estas enfermedades son un importante problema; debido a que prácticamente no existe empresa la cual no posean puestos de trabajo que generen este problema, ni persona alguna que no haya tenido a lo largo de su vida, alguna vez, algún tipo de inconvenientes en las articulaciones, y/o problemas de dosalgia, lo cual nos dan motivos que justifican su análisis.

Podemos decir que, la mala interpretación de la antropometría lleva a realizar trabajos en malas posturas corporales, las que llevan irremediablemente con el tiempo, a generar enfermedades profesionales, esto puede ocurrir tanto en tareas administrativas como en trabajos de tipo fabril, o agrario, etc., esto quiere decir que, en el caso de tareas en puestos de trabajos con computadoras, se producen problemas de orden físico y fisiológico en los operadores, o en tareas administrativas, o fabriles livianas.

Algunos de los síntomas producidos son relativamente menores y desaparecen cuando se suprime el causante del inconveniente, pero otros en cambio, combinados con diversos factores producen problemas no tan simples, son más significativos y pueden llevar el riesgo a lesiones graves o agravar las preexistentes.

En las demás tareas que realiza el hombre ocurre lo mismo, el resultado de los efectos de las malas posiciones son el resultado de una mala configuración del puesto de trabajo, o elección, o diseños del herramental, o dispositivo de trabajo, (medios de elaboración), independientemente si en el se trabaja constantemente.

Para justificar la existencia de la mayoría de los problemas de este tipo, se deduce que son de origen profesional, motivo por el cual se deja de lado la búsqueda de la solución.

En muchos casos en la actualidad se pretende reglamentar el trabajo de manera tal que no haya lugar a dudas sobre los riesgos para la salud.

### **2. PROBLEMAS OSTEOMUSCULARES (LESIONES OCASIONADAS POR GESTOS REPETITIVOS)**

Las alteraciones osteo-articulares generan un alto índice de ausentismo en todo el mundo, son lesiones que se producen como consecuencia de repetir el mismo movimiento constantemente, (gesto), un caso típico es la tendosinovitis y el síndrome

del túnel carpiano, que afectan de manera general a los dedos, las manos, las muñecas y/o los brazos, que se da en los operadores de entrada de datos y en los tipistas de todo tipo, los cuales utilizan constantemente el teclado para entrar datos a almacenar en los sistemas informáticos a gran velocidad.

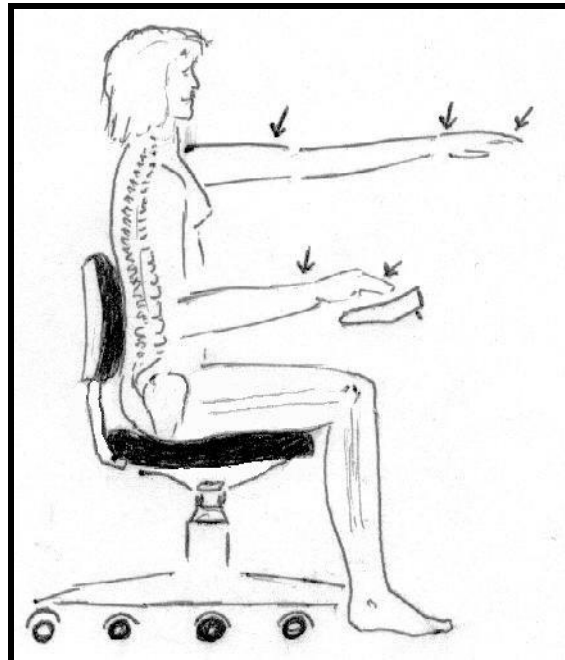
PORCENTAJE DE SINTOMAS OSTEOMUSCULARES EN USUARIOS DE PC	
- Dolor de espalda	76%
- Dolor de nuca	55%
- Dolor lumbar	30%
- Dolor en otras articulaciones (muñecas)	31%
- Pesadez de miembros	38%

**Figura Ane 2.5.1.** Encuesta sobre una muestra de 554 usuarios de PCD, realizada por el grupo 3 "Informática y Trabajo", Junio 1982.

Mas adelante, fuera de este anexo, se establecerán las pautas para la conformación de puestos de trabajo para salvar estos problemas y para proteger los operadores de PC y otras formas de trabajos con la misma clase de carga laboral y movimientos, que generan lesiones de este tipo.

Toda persona que sufre síntomas tales como dolor o tensión en los dedos, las manos, las muñecas, los brazos, la nuca o en los codos debe consultar a un médico, (ver *figura Ane 2.5.1.*).

*(Para Lumbalgias ver anexo 1.4.)*



**Figura Ane 2.5.2.** Ejemplo de problemas osteomusculares en un puesto de trabajo administrativo

### **3. CLASIFICACIÓN DE ENFERMEDADES REUMÁTICAS DE ORIGEN LABORAL**

Las enfermedades reumatológicas que se asocian con las diversas tareas laborales las clasificaremos en locales y sistemáticas.

En las alteraciones del tipo local se destacan los síndromes debidos a la compresión neurovascular (cabe destacar el síndrome del túnel carpiano), las artrosis, las lumbalgias, las alteraciones periarticulares, necrosis avasculares óseas, la contractura de Dupuytrén y el síndrome de Raynaud, etc.

Las lumbalgias son sin lugar a duda los trastornos músculo esqueléticos más generalizados en el hombre, fueron tratadas con detenimiento, en el **anexo 1.4.**

### **4. ESTUDIO DE LA BIOLOGIA HUMANA**

En el **anexo 1.4.**, para poder analizar los problemas que existen en la zona lumbar se plantea el estudio del esqueleto humano, dividiéndolo en *esqueleto axial* (los huesos que se encuentran en medio del cuerpo o eje), y en *esqueleto apendicular* (Los huesos de los miembros), en nuestro caso además el esqueleto apendicular lo dividimos en superior (brazos) e inferior (piernas), tal cuál se realizó en el punto 4.3.1.2. al cual nos remitimos (ver **figuras 20.4., 21.4.y 22.4.**)

Nota: El esqueleto apendicular

#### **4.1. EXTREMIDADES SUPERIORES**

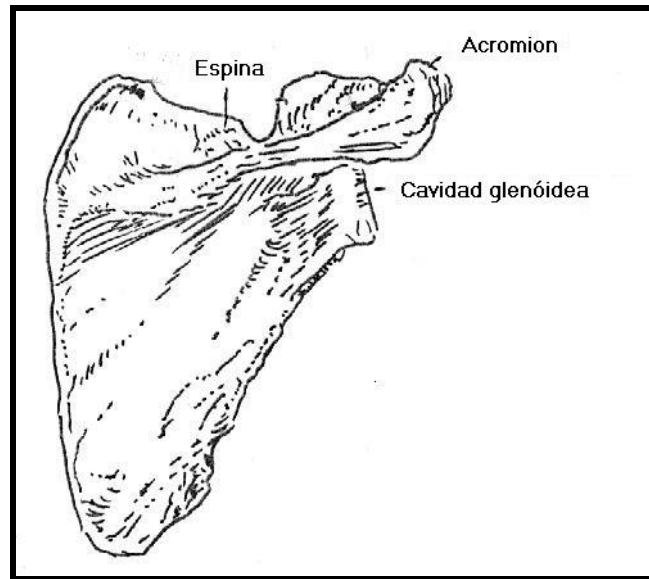
Al estudiar el esqueleto apendicular superior nos encontramos que ambos brazos se hallan unidos por el puente que constituye la cintura escapular, la cual está formada por los omóplatos o escápulas y las clavículas, el primero es plano y de forma triangular con un vértice dirigido hacia abajo, como se observa en la **figura Ane 2.5.3.**, está colocado en la cara posterior del tórax. Donde varios músculos lo separan de las costillas, el ángulo superior externo tiene una forma truncada que la da la superficie articular, donde articula el hueso del brazo, esta superficie es cóncava, (*cavidad glenoidea*).

En la parte posterior tiene una prominencia que va hacia arriba y afuera (la *espina del omóplato*), que se prolonga en una apófisis, en la que articula la clavícula, cuya forma es una “S” alargada, la extremidad anterior de ésta, está articulada con el mango del esternón.

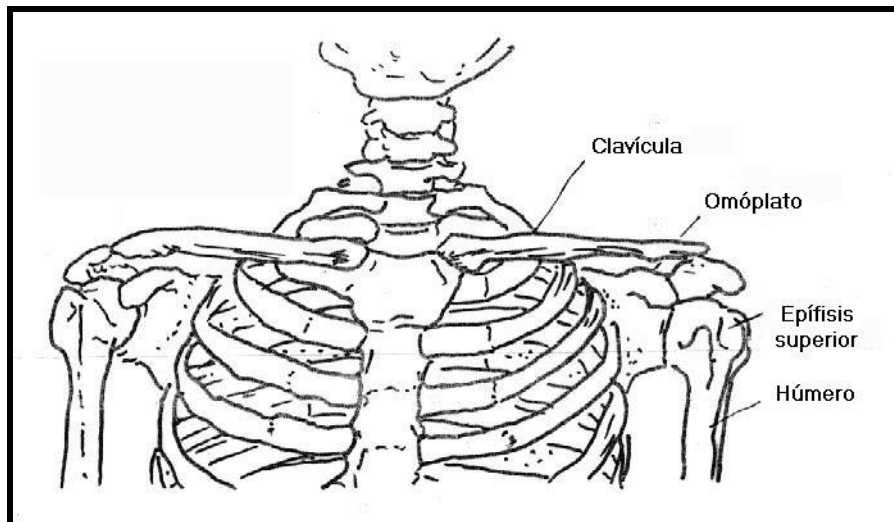
Si por alguna causa se produce la rotura de la clavícula, el hombro se desvía hacia delante.

En la **figura Ane 2.5.4.** se observa la clavícula en posición normal. Y en la **figura Ane 2.5.5.** se observa como pende libre el brazo articulado en el hombro, desde este hasta el codo está el hueso denominado *húmero*, cuya cabeza ó epífisis superior termina en una superficie lisa y convexa que articula en la cavidad glenoidea, del omóplato, en la

extremidad inferior se encuentra la articulación del codo, por ello posee superficies articulares para los dos huesos del antebrazo.



**Figura Ane 2.5.3.** Cara dorsal del omóplato derecho (Spalterolz)



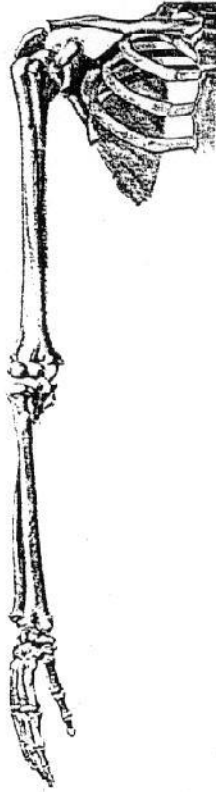
**Figura Ane 2.5.4.** Cintura escapular (Alcobe)

Los huesos del antebrazo son el *cúbito* y el *radio*, siendo el primero interno y el otro externo.

La articulación entre el húmero y el cubito cumple la función de una bisagra, haciendo el movimiento de extensión y flexión del brazo en un ángulo de 180°, teniendo como límite la apófisis del cubito (*olecranon*), donde hace tope el húmero

El radio tiene una superficie articular que es redondeada y cóncava lo que permite la rotación sobre su eje, permitiendo la rotación del antebrazo sobre su eje, (el movimiento de pronación y el de supinación). (Ver **figura Ane 2.5.6.**). En los mencionados

movimientos, se observan bien al estar el brazo colgado, y extendido, girando el antebrazo haciendo quedar la mano con la palma hacia atrás, (pronación), o haciendo quedar la mano con la palma hacia delante, (supinación).



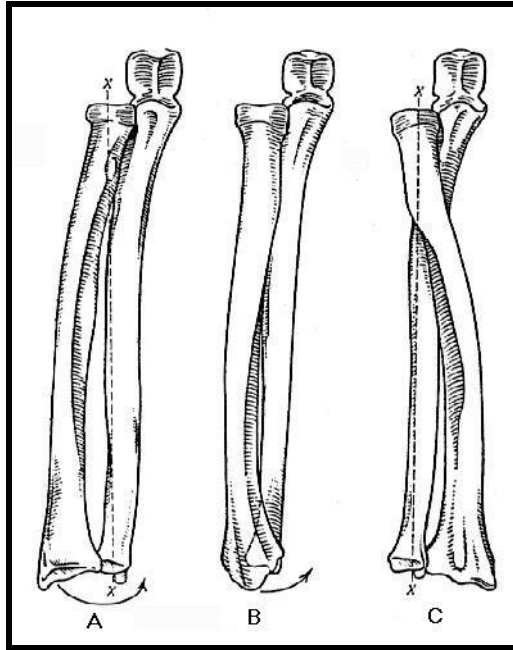
**Figura Ane 2.5.5.** Brazo izquierdo (Alcobe)

El giro del antebrazo es uno de los principales movimientos desde el punto de vista laboral, por la importancia que tiene en el accionamiento de los mandos y herramientas manuales.

El cúbito y el radio se unen en la región del carpo, el cual está constituido por ocho pequeños huesos, dispuestos en un par de filas. La palma de la mano está constituida por cinco huesos carpianos, en cada uno de los cuales articula el dedo correspondiente, según se observa en la **figura Ane 2.5.7**.

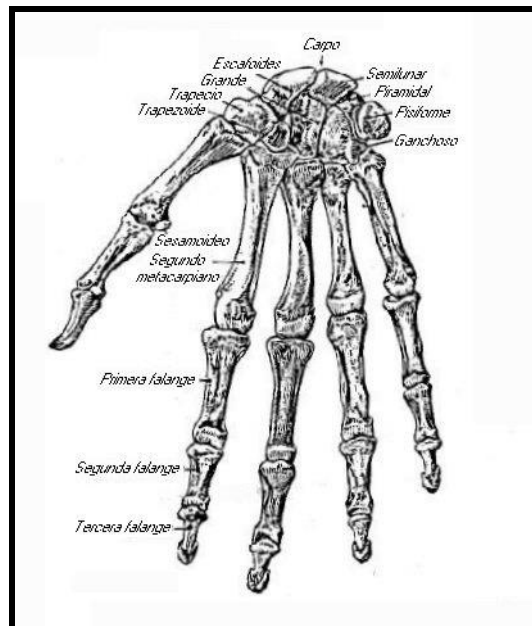
Cada uno de los dedos de la mano, consta de tres falanges, mejor dicho, *falange*, *falangina* y *falangita*, excepto el pulgar que carece de falangina.





**Figura Ane 2.5.6.** Esquema de movimiento de rotación del antebrazo (Testut)

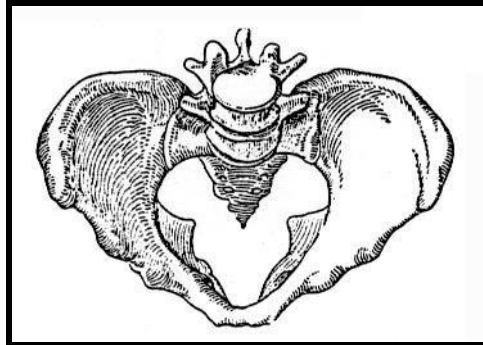
- A) Supinación
- B) Semipronación
- C) Pronación completa, (el eje de rotación XX pasa por el centro de la escápula del radio y por el extremo inferior del cúbito)



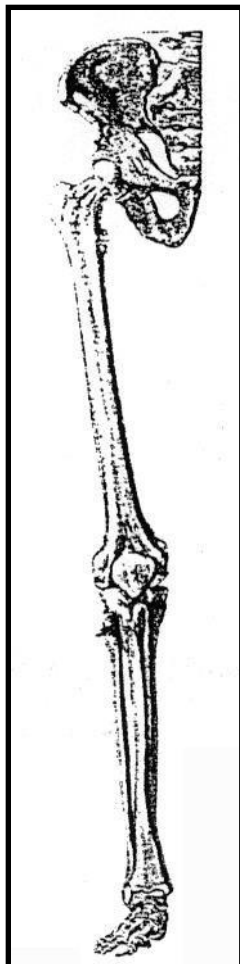
**Figura Ane 2.5.7.** Esqueleto de la mano derecha cara dorsal. (Spalteholz)

## 4.2. EXTREMIDADES INFERIORES

La cintura pélvica es el arranque del esqueleto pendular inferior. La *pélvis* está formada por dos grandes huesos planos, los *coxales*, pares y simétricos, que articulan detrás del sacro, por delante entre sí como se observa en la **figura Ane 2.5.8**.



**Figura Ane 2.5.8.** pelvis vista desde arriba hacia abajo (Spalterolz)



Los coxales son en realidad tres huesos soldados, (el *ilíaco*, o hueso de la cadera, el *isquión*, hacia abajo y el *pubis* por delante), en el punto de reunión de los tres huesos hay una profunda concavidad, (*cavidad cotiloidea*), que es el punto de articulación del hueso de la pierna, (*fémur*)

Según se observa en la **figura 25.4 del capítulo 4** y en la **figura Ane 2.5.9**. El fémur tiene en su epifisis superior una cabeza con superficie articular convexa (casi dos terceras partes de una esfera), seguida de una parte más estrecha llamada  *cuello*, que finaliza en dos tuberosidades, llamadas *trocánteres*, que poseen las inserciones musculares

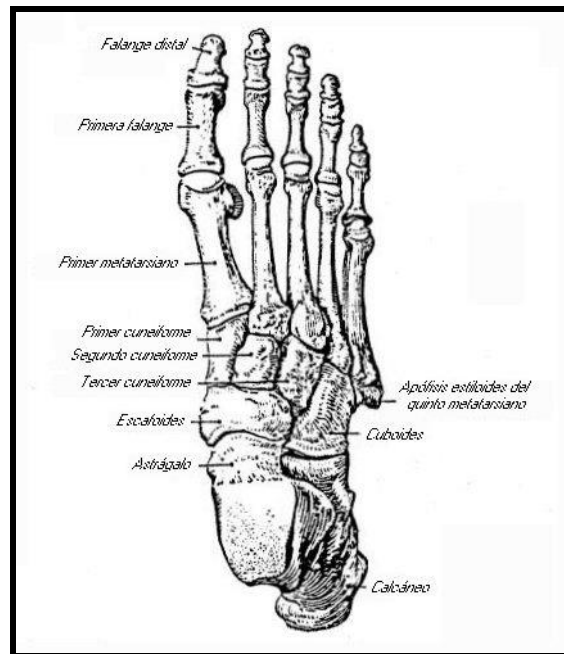
El fémur se extiende hasta la rodilla donde tiene superficies de articulación, a continuación de la rodilla esta al igual que en el antebrazo dos huesos. Dichos huesos de la pierna son la *tibia* y el *peroné*, a diferencia del codo en la articulación de la rodilla, solo la tibia se une al fémur, mientras que el peroné está adosado a la tibia sin alcanzar el fémur, la superficie de articulación de la tibia es una amplia meseta, sobre la cual reposan dos abultamientos (*cóndilos del fémur*), como si fueran poleas.

El peroné es un hueso delgado incapaz de soportar el peso del cuerpo, a tal punto que toda persona que en una caída se rompe la tibia, y sin saberlo intenta ponerse de pie, se fractura en la acción también el peroné. El peroné solo sirve para insertar músculos.

**Figura Ane 2.5.9.** Esqueleto de la pierna derecha.

Delante de la articulación de la rodilla hay un hueso plano, (la *rótula*), que no posee unión con ningún otro hueso, y mantiene su posición por medio de un tendón y un ligamento que lo une con la tibia.

Debajo de la tibia y el peroné está el *tobillo*, la tibia articula en forma de polea con el *astrágalo*, el primero de los huesos de la raíz del pie, debajo está el *calcáneo*, que se prolonga formando el talón, donde se inserta un tendón que pone en acción la palanca de segundo género (ver *figura 1.4.23.c. del anexo 1.4.*). El calcáneo, el astrágalo y otros cinco huesos, (el *escafeoides*, el *cuboides* y las *tres cuñas o huesos cuneiformes*), según se observa en la *figura Ane 2.5.10.*, forman el tarso (región análoga del carpo de la mano), y con similitud a las manos los pies tienen cinco *metatarsianos*, que se unen a los dedos que tienen tres falanges, salvo el dedo gordo, que como el pulgar tiene dos.

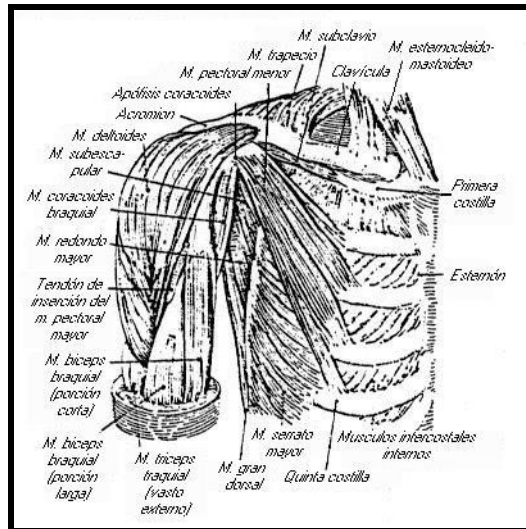


**Figura Ane 2.5.10** Huesos del pie

### **4.3. MOVIMIENTO DE LOS BRAZOS Y HOMBRO**

A través de la clavícula y el omóplato se articula directamente con el esqueleto del tronco, las conexiones son musculares, lo que da una gran movilidad al hombro en distintas direcciones. El *trapezio* es un músculo que se ubica en el cuello y parte de la espalda, se inserta en la línea media desde el hueso occipital hasta la 12<sup>o</sup> vértebra dorsal y sus haces convergen luego hacia el omóplato; mueve el hombro hacia adentro o en forma oblicua, hacia arriba o abajo, según como contraiga sus fibras, superiores, medias o inferiores.

El músculo *serrato mayor* posee varias inserciones costales y se adhiere al borde interno del omóplato, según se observa en la *figura Ane 2.5.11.*

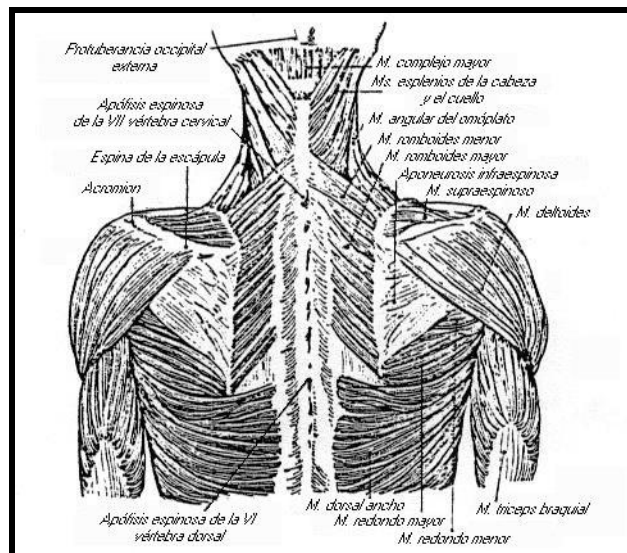


**Figura Ane 2.5.11.** Segunda capa de músculos de la región anterior del tórax y del brazo (Spalterolz)

El músculo serrato mayor da un movimiento de avance y rotación a la articulación escapulohumeral.

El *pectoral menor* al contraerse hace bajar al hombro, tiene por punto fijo el tórax y por punto móvil la apófisis coracoides del omóplato, ver *figura Ane 2.5.11.*

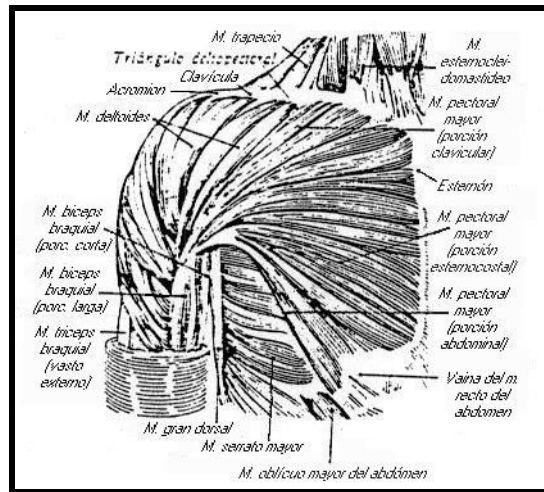
El músculo *angular*, genera la aproximación del ángulo superior interno del omóplato con las vértebras, según se observa en la *figura Ane 2.5.12.*, y hace que la articulación escapo humeral descienda, en cambio el músculo *romboide* desvía hacia adentro el omóplato.



**Figura Ane 2.5.12.** Segunda capa de músculos anchos de la región dorsal del tronco (Spalterolz)

La diartrosis escapulohumeral permite realizar un gran número de variados movimientos al brazo, como se puede ir apreciando, el movimiento de aducción (de aproximación hacia el tronco, cuando está desviado hacia fuera y arriba), son el *dorsal ancho*, el *redondo mayor*, y el *pectoral mayor*. El primero de los músculos nombrados

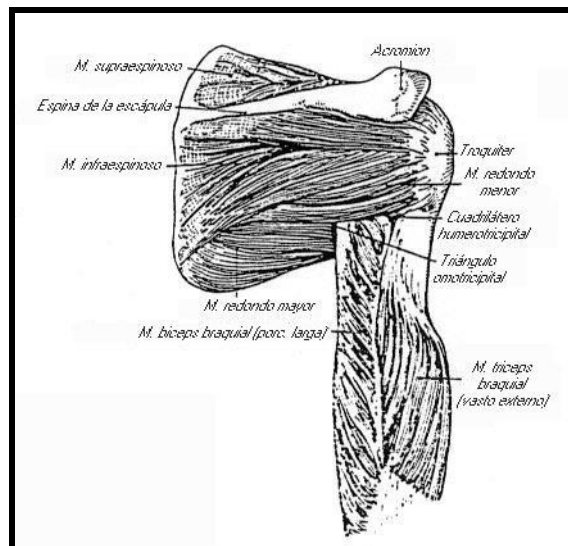
se apoya en el coxal y la columna y el segundo en el omóplato y el último en las costillas, según se observa en la **figura Ane 2.5.13**.



**Figura Ane 2.5.13.** Músculos superficiales de la región anterior del tórax y del brazo (Spalterolz)

Cuando mueven el hueso húmero, forman las paredes anterior y posterior de la axila o sobaco, pues dos de ellos están en la espalda y uno en el pecho, de donde se deducen los responsables de los movimientos del húmero hacia delante y hacia atrás.

La rotación externa del húmero esta dada por los músculos, *supraespinoso*, *infraespinoso* y *redondo menor*, por otro lado, la rotación interna está dada por el *subescapular*, ver **figuras Ane 2.5.14. y 2.5.15**.

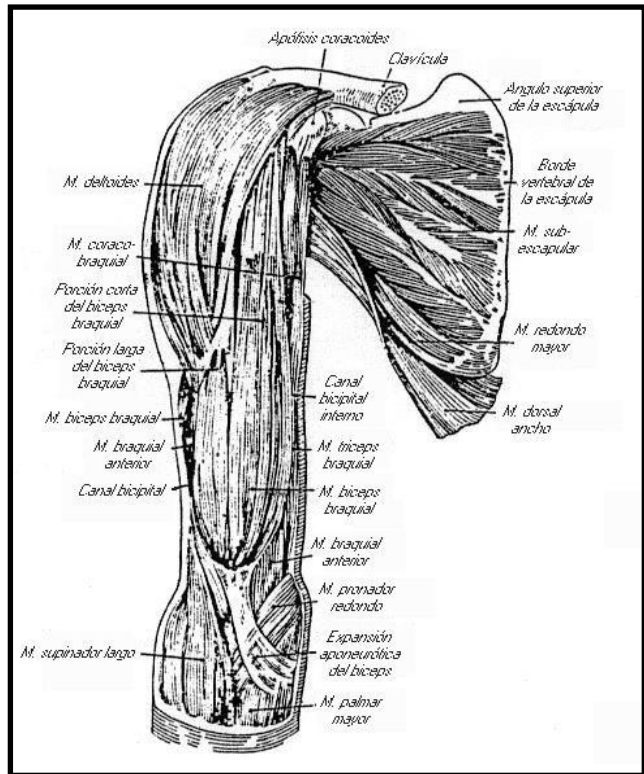


**Figura Ane 2.5. 14.** Músculos de la escápula y brazo, vistos por la cara posterior. (Spalterolz)

El músculo deltoides, parte del omóplato y cubre el hombro como si fuera una almohada, es el responsable de elevar el húmero hasta la posición horizontal (ver **figura Ane 2.5.16.**)

Podemos citar que el supraespinoso tiene la función secundaria de auxiliar al dentoide.

El *bíceps* es un músculo que se encuentra en la cara anterior del brazo, es el que eleva el radio hueso en el cuál está insertado, son dos masas musculares que parten del omóplato y se reúnen en una sola, también en la elevación del brazo actúa el músculo *caracobranquial*, el cual tiene una posición similar a la del biceps pero no llega hasta el antebrazo.

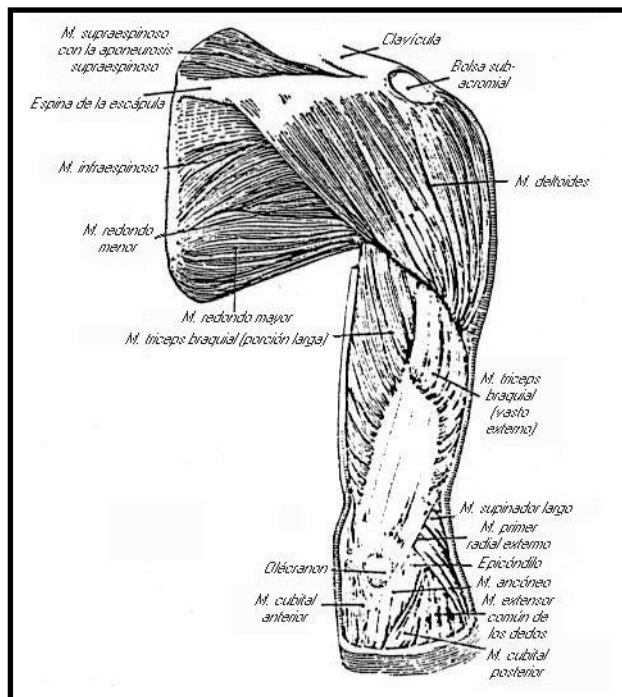


**Figura Ane 2.5.15.** Músculos de la escápula y del brazo vistos por su cara anterior (Spalterolz)

La flexión del antebrazo sobre el brazo como se mencionó se efectúa por medio del bíceps, participando también el braquial anterior.

Algunos de los músculos nombrados intervienen en otros movimientos menos usuales en un individuo.

El *tríceps* hace la extensión del antebrazo sobre el brazo, es antagónico a los dos flexores, de las tres partes o *vastos* del tríceps, una inserta junto a la cavidad glemoidea del omóplato, las otras dos a ambos lados de la cara posterior del húmero, los tres vastos se reúnen en la mitad del músculo formando una sola masa que termina en un fuerte tendón, que se adhiere al olécranon, (apófisis del cúbito en el codo). (Ver **figura Ane 2.5.16.**)

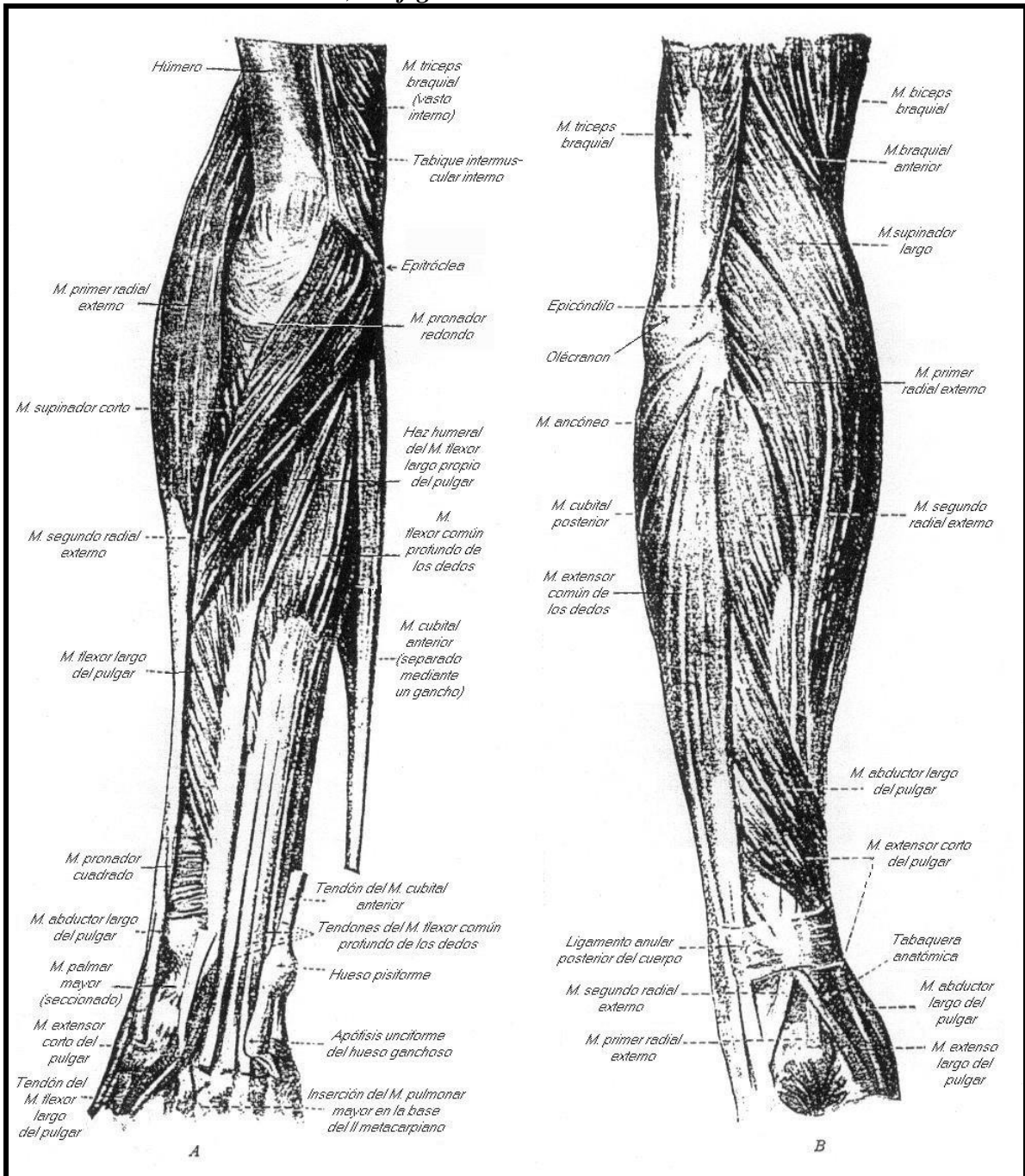


**Figura Ane 2.5.16.** Músculos superficiales de la región posterior del hombro y del brazo.

Los músculos pronador redondo y pronador cuadrado efectúan el giro de afuera hacia adentro y se encuentran en la cara anterior, del antebrazo, ver la **figura Ane 2.5.17.**

El pronator redondo tiene dos extremos superiores inmóviles una en el húmero y otra en el cúbito, se extiende al tercio medio de la cara externa del radio.

El pronator cuadrado es un músculo chico que se extiende entre en las partes inferiores de ambos huesos del antebrazo, ver **figura Ane 2.5.17**.



**Figura Ane 2.5.17.** Músculos del antebrazo, A músculos flexores profundos, B músculos superficiales de la región externa. (Spalterolz)

El giro inverso del antebrazo los efectúan los músculos *supinadores largo y corto*, que se hallan en la región externa en forma, el primero de los dos une los extremos inferiores de los dos huesos del antebrazo, el otro parte del extremo superior del cúbito y se va rodeándolo por detrás, hacia la cara externa del radio, ver **figura Ane 2.5.18**.

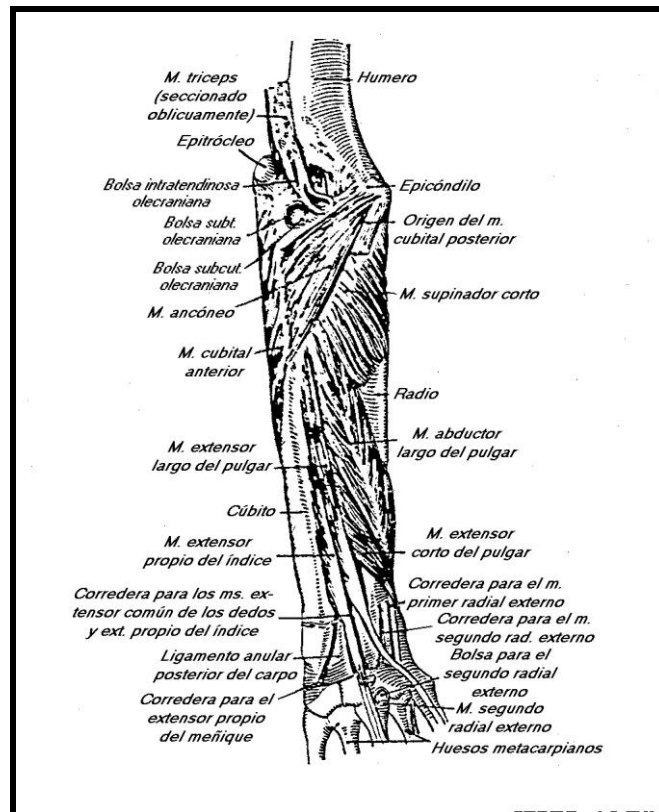


Figura Ane 2.5.18. Músculos de la región posterior del antebrazo. (Spalterolz)

El músculo *palmar mayor* es el responsable de la flexión de la muñeca sobre el antebrazo, toma como punto fijo la cara interna de la epífisis del húmero y como punto móvil el segundo metacarpiano.

El músculo *palmar menor* parte también del húmero y su tendón que es largo atraviesa el carpo y finaliza adhiriéndose a ligamentos y aponeurosis de la mano. El *cubital anterior* también participa de la flexión que se inserta en las epifisis de los huesos del antebrazo, por arriba y por debajo en el más interno de los huesos del carpo, ver **figura Ane 2.5.18**.

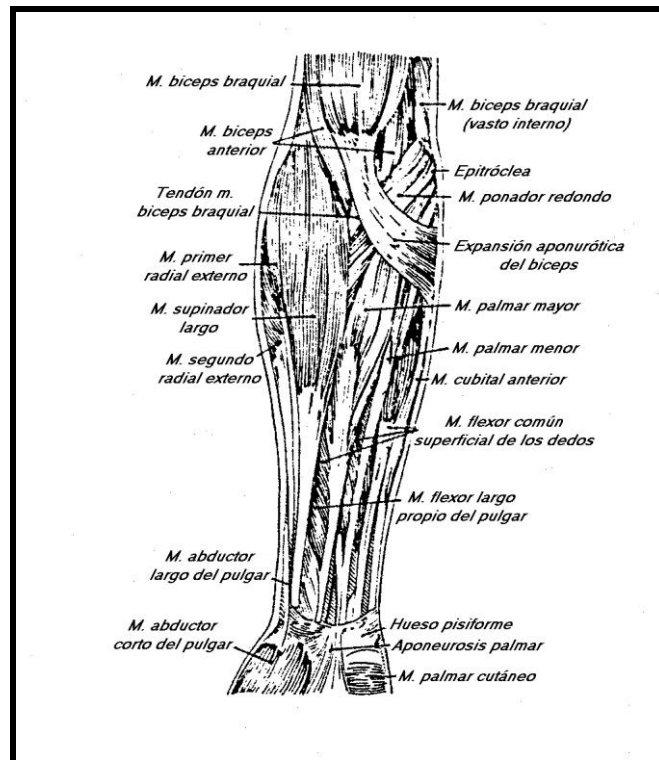
Los músculos extensores de la mano (antagónicos a los anteriores), son el *primero* y *segundo radiales* externos, arrancan de la parte externa del extremo inferior del húmero, rodean al radio y sus tendones y se fijan en la cara posterior del tercero y segundo carpianos, como se observa en la **figura Ane 2.5.19**.

Cumple también funciones de extensor el músculo *cubital posterior*, que parte del húmero y termina en el quinto metacarpiano, (ver **figura Ane 2.5.17**.)

Los movimientos laterales de la mano (aducción y abducción), están a cargo de varios de los anteriores músculos (los dos cubitales, que llevan la mano hacia adentro y el primer radial externo que hace el movimiento opuesto).

Son varios los músculos que mueven los dedos y poseen masa carnosa en el antebrazo, de los que parten gruesos tendones que atraviesan la mano y llegan a las falanges





**Figura Ane 2.5.19.** Músculos superficiales de la región superior del antebrazo (Spalterolz)

En la cara anterior del antebrazo, como se observa en la **figura 2.5.19.**, se encuentran los *flexores de los dedos*, pudiendo señalar, el *flexor común superficial*, con inserciones en sitios cercanos al radio y al húmero, forma una masa que al llegar a la muñeca se divide en cuatro, cada una tiene su propio tendón, que llegan a las segundas falanges, las que dobla sobre la primera.

El músculo *flexor profundo*, que tiene tendones terminales sobre las terceras falanges dobla estas sobre las segundas, (el pulgar posee un *flexor largo propio*), ver **figura Ane 2.5.17.**

Los *músculos extensores* de los dedos están en la parte posterior del antebrazo, desde donde salen sus tendones, que se aprecian con facilidad en el dorso de la mano, a través de la piel en forma de rayos, hay un *extensor común*, con cuatro tendones al igual que los flexores, y, además, *extensores propios* para el pulgar, el índice y el meñique, ver **figura Ane 2.5.18.**

Otros movimientos de los dedos se deben a los *músculos de la palma de la mano*, cuya masa carnosa forma dos bultos en la palma de la mano (carpo). Uno es el *eminencia tenar*, está en la base del pulgar y mueve dicho dedo, el otro el *eminencia hipotenar*, está destinado al dedo meñique, ver **figura Ane 2.5.21.**

El músculo *eminencia tenar* tiene en si el valor que caracteriza la mano del hombre sobre el resto de los antropoides, la oposición del pulgar sobre el resto de los dedos, de allí su importancia en el desarrollo del trabajo manual.

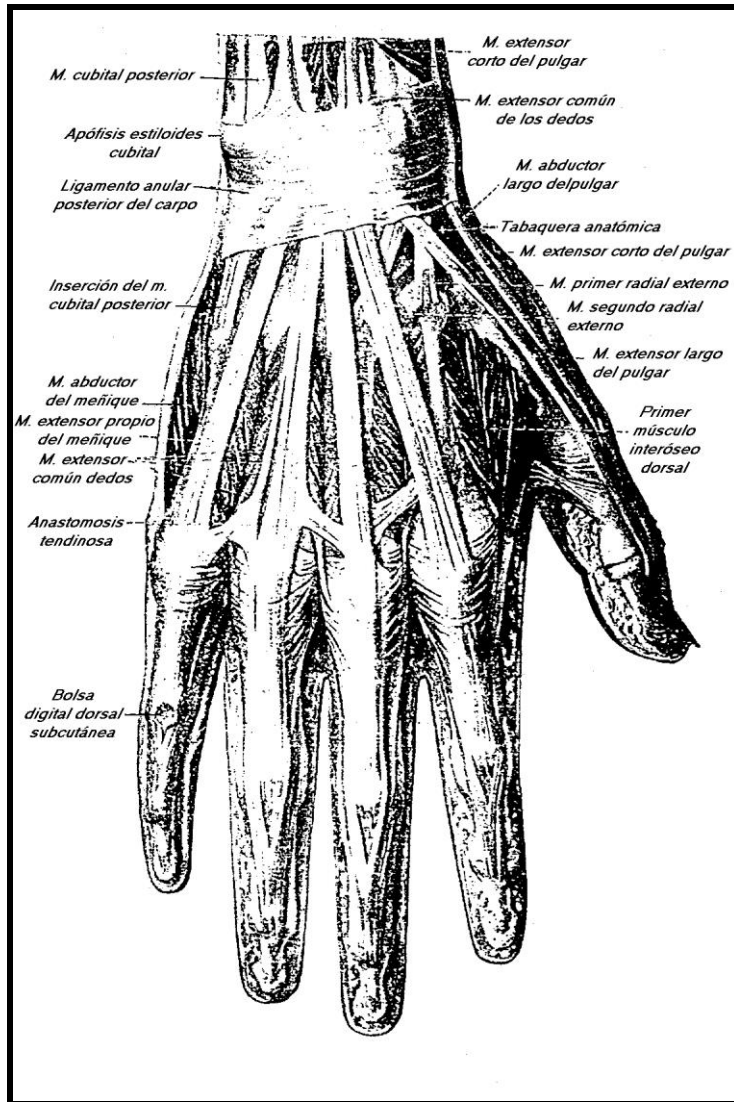


Figura Ane 2.5.20. Músculos superficiales de la cara dorsal de la mano (Spalterals)

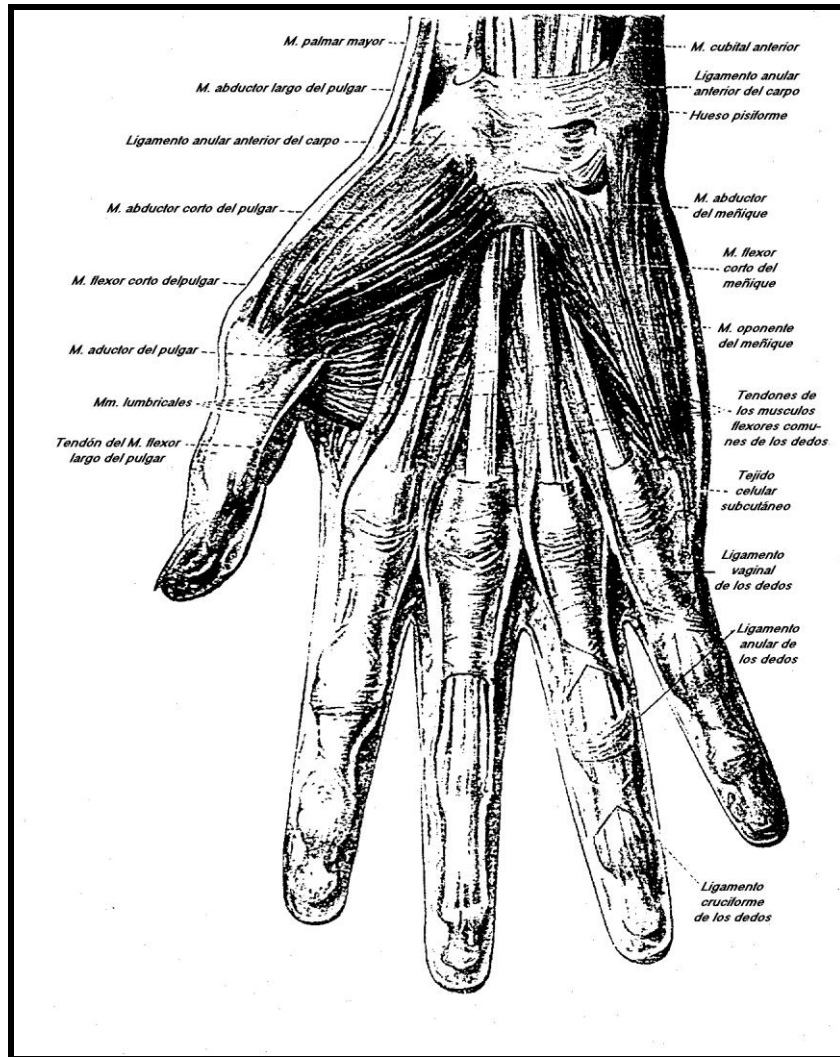


Figura Ane 2.5.21. Músculos flexores de la mano y los dedos en la región palmar (Spalterslz)

#### 4.4. MOVIMIENTO DE LAS PIERNAS

Los movimientos de las extremidades superiores son menos amplias y profusas que la de las extremidades superiores. Además los músculos de las piernas son mucho más fuertes, por tener que mantener el peso del cuerpo, hacer los movimientos para la traslación y mantener la posición de bípedo.

La extensión del fémur se efectúa a través del *glúteo mayor*, que es el músculo más superficial de la nalga, que va de la cara posterior de la pelvis a la cara posterior del fémur, este músculo también facilita un movimiento de rotación hacia fuera y cuando el fémur está fijo hace vascular la pelvis para atrás y facilita erguir el cuerpo, ver *figura Ane 2.5.22*.

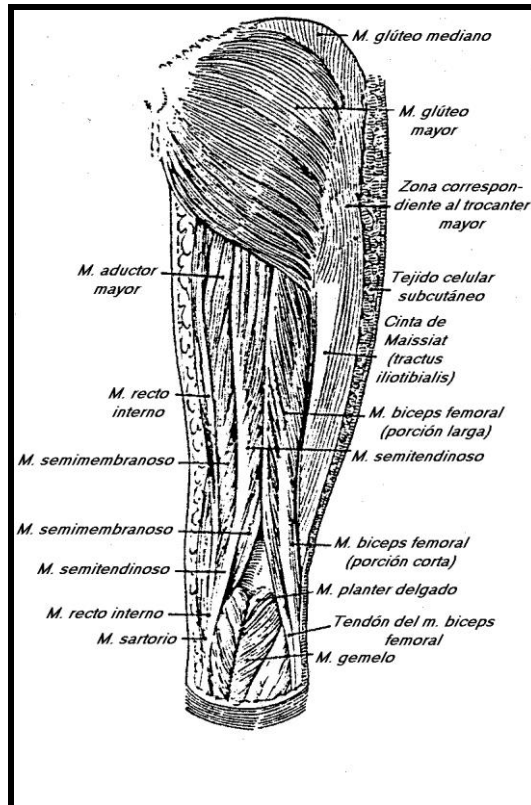


Figura Ane 2.5.22. Músculos superficiales de la región posterior del muslo (Spalterolz)

Para lograr los movimientos opuestos, (flexión del fémur sobre la pelvis, se utilizan varios músculos; el *sartorio*, que se inserta en el coxal y cruzando la cara anterior del muslo termina en la parte interna de la epifisis superior de la tibia, además coloca el fémur en abducción y en rotación hacia fuera de tal manera que la pierna y el pie giran con él, ver *figura 2.5. 23.*

El *psosilíaco* es un músculo cuyas fibras convergen desde la columna en la zona lumbar y la cara interna del hueso coxal hasta el trocánter menor del fémur, es flexor de éste cuando están fijas las inserciones superiores y además acerca el muslo a la línea media, mientras hace la rotación interna.

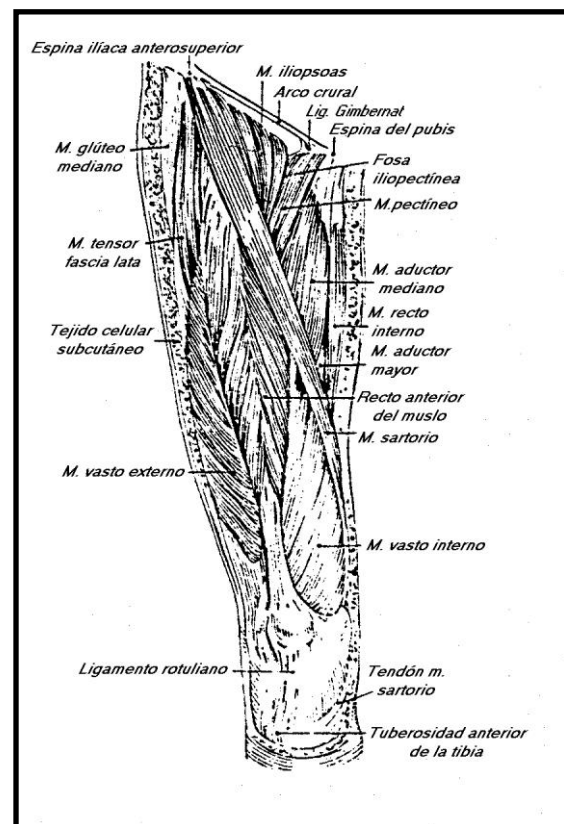


Figura Ane 2.5.23. Músculos superficiales de la región anterior del muslo (Spalterolz)

Otro flexor es el *recto anterior*, que forma parte del músculo llamado *cuadriceps crural*, el primero arranca de la parte alta y anterior del coxal y junto con las tres restantes partes da origen al tendón que se inserta

en la rótula, con la pierna fija con este músculo se inclina hacia delante el tronco, ver **figura 2.5.23**.

Cuando el sartorio se contrae se produce la abducción del muslo.

El músculo *glúteo mediano*, que se encuentra debajo del mayor, dirige sus haces verticalmente desde la parte alta y posterior del coxal hasta el trocarter mayor del fémur, asimismo permite una rotación del hueso hacia adentro o afuera según sean las fibras que se contraen.

El músculo glúteo menor es el más profundo y su tendón termina en el fémur junto al resto, ver **figura 2.5.24**.

Otro abductor del muslo es *el tensor de la fascia lata*, cuya inserción superior se encuentra en la parte externa del coxal, el cual de allí va hacia abajo, confundiendo sus fibras con las del aponeurosis femoral que envuelve los músculos subyacentes, ver **figura Ane 2.5.23**.

Además, origina una leve rotación interna del fémur y permite mantener el equilibrio cuando el cuerpo está en equilibrio en un solo pie, por lo que desempeña un importante papel en el caminar.

El acercar el muslo se efectúa por medio del mencionado psoasíliaco y los que desde el pubis se insertan en diferentes posiciones (niveles) del fémur, ver **figuras Ane 2.5.23 y 27**.

El músculo *pectíneo*, esta por encima de los anteriores y como ellos, del pubis va al trocánter menor, contribuye a los movimientos de aducción y rotación simultáneos, igual es el *recto interno*, que desciende del pubis y el isquión hasta la cara interna del extremo superior de la tibia, según se aprecia en la **figura Ane 2.5.23**.

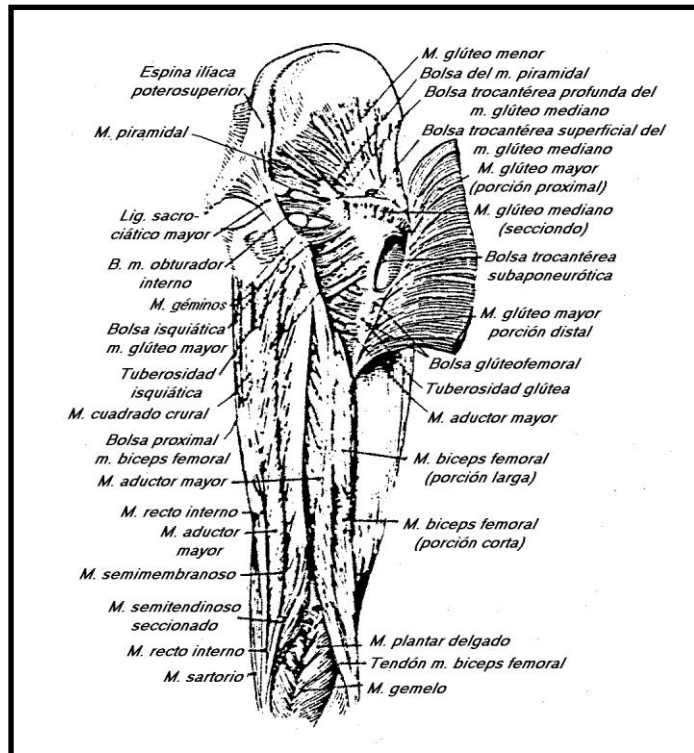
Quedan otros músculos que efectúan la rotación del fémur, el *piramidal del pubis*, los dos *gémicos* y los dos *obturadores*, todos ellos se extienden entre el pubis y el trocánter mayor y situados horizontalmente por detrás de la cabeza y cuello del fémur.

Los movimientos de la articulación de la rodilla son efectuados por varios músculos, la flexión de la pierna sobre el muslo, el *bíceps crural* posee dos partes como su homónimo braquial, la más larga se inserta en el isquión y la más corta en el borde posterior del fémur,

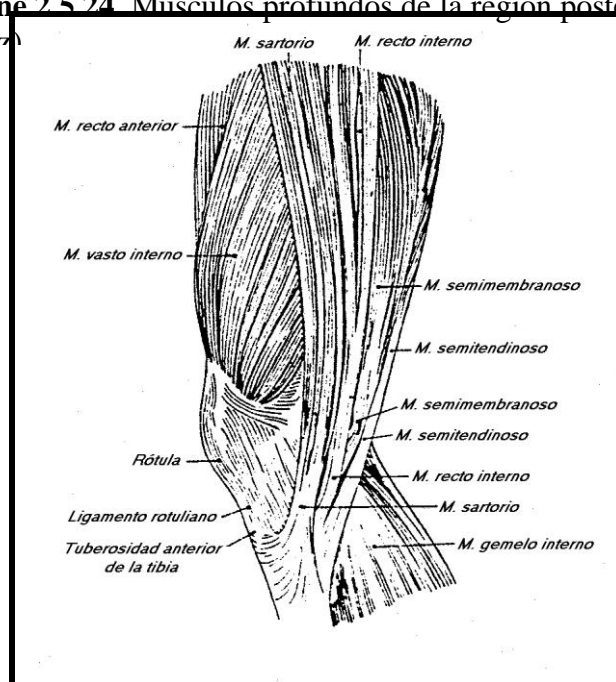
que recibe el nombre de *línea áspera*, por debajo de estas inserciones, ambas masas se reúnen en una sola, de la que parte un tendón que se fija en la epífisis superior del peroné, ver **figura Ane 2.5.22**.

Hay otros dos músculos flexores de la pierna, y se denominan *semitendinoso* y *semimembranoso*, estos parten de del isquión y terminan en la parte interna de la epífisis superior de la tibia, donde se yuxtaponen a los del recto interno y del sartorio.

El grupo de estos tendones constituye la denominada pata de ganso, ver **figura Ane 2.5.25**.



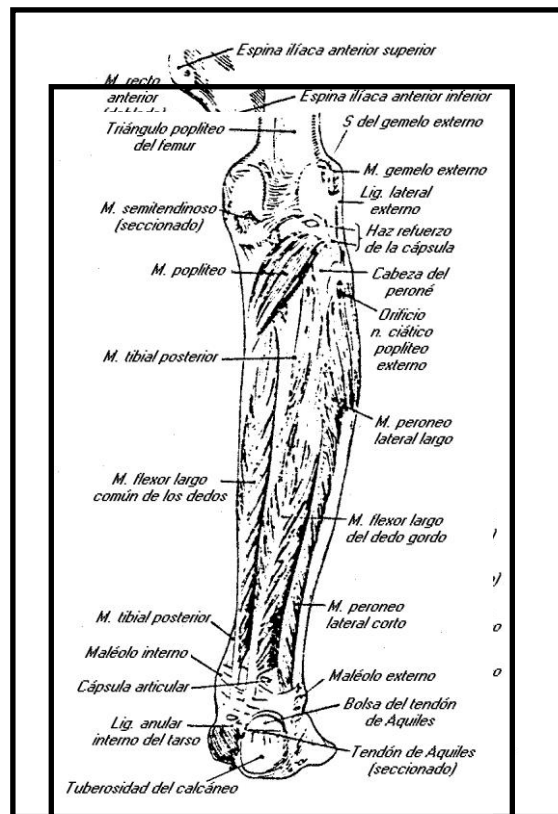
**Figura Ane 2.5.24.** Músculos profundos de la región posterior del muslo. (Spalteralz)



**Figura Ane 2.5.25.** Músculos de la cara interna de la rodilla (Spalteralz)

Otro flexor es el *poplíteo*, el cuál es un músculo chico que cubre la parte posterior de la rodilla en dirección oblicua desde el extremo del fémur a la parte superior de la tibia, ocupa el lugar llamado *huevo popliteo*. Ver **figura 2.5.26**.

**Figura Ane 2.5.26.** Músculos profundos de la región posterior de la pierna (Spalterolz)



Cuando la pierna está fija el semitendinoso y el semimembranoso doblan el muslo y basculan la pelvis hacia atrás, con lo que cumplen la función que hace el acto de sentarse o de ponerse en cuclillas.

El *cuadriceps crural* está situado en la cara anterior del muslo, es antagónico a los antes citados y como es lógico efectúa el movimiento contrario, llevando la pierna a la posición recta, sus partes reciben nombres distintos, una es el *recto anterior*, y las otras tres son el *vasto externo*, que inserta en la diáfisis del fémur, el *vasto interno*, está adherido a la línea áspera en la cara posterior del hueso y el *crural* que está entre ambos y por debajo, queda señalar que las cuatro partes se unen e insertan en la rótula y por encontrarse está sujeta a la tibia mediante el ligamento inferior, se entiende que arrastra a la rotula hacia arriba.

Los músculos de la pierna sirven también para mover el pie y actúan como se mencionó en el anexo 1.4. como palanca de segundo género, que representa la unión de la tibia con el astrágalo.

**Figura Ane 2.5.27.** Músculos profundos de la región anterior del muslo (Spalterolz)

Cuando se flexiona el pie, el talón sube y baja el resto del pie, en la cara posterior de la pierna los músculos destinados a efectuar el mencionado movimiento, se encuentran en tres capas superpuestas, los *gemelos*, forman la parte superficial, son gruesos y muy desarrollados para llevar a cabo la marcha sobre las dos piernas (bípeda), por arriba se insertan cada uno a cada lado de la parte posterior del fémur, abajo se reúnen formando un grueso tendón común perfectamente apreciable a través de la piel, termina adhiriéndose al calcáneo, este se denomina tendón de Aquiles, y si este se rompe se torna imposible caminar, ver *figura 2.5.28*.

Debajo de los gemelos se encuentra el sóleo, músculo de forma plana, se inserta por arriba en la tibia y el peroné, hacia abajo se reúne con el tendón de Aquiles, más profundo que este está el *tibial* posterior, que se inserta en los huesos de la pierna y por debajo a través de un largo tendón se ensarta en el escafoides, en la parte interna del tarso, ver *figura Ane 2.5.28*.



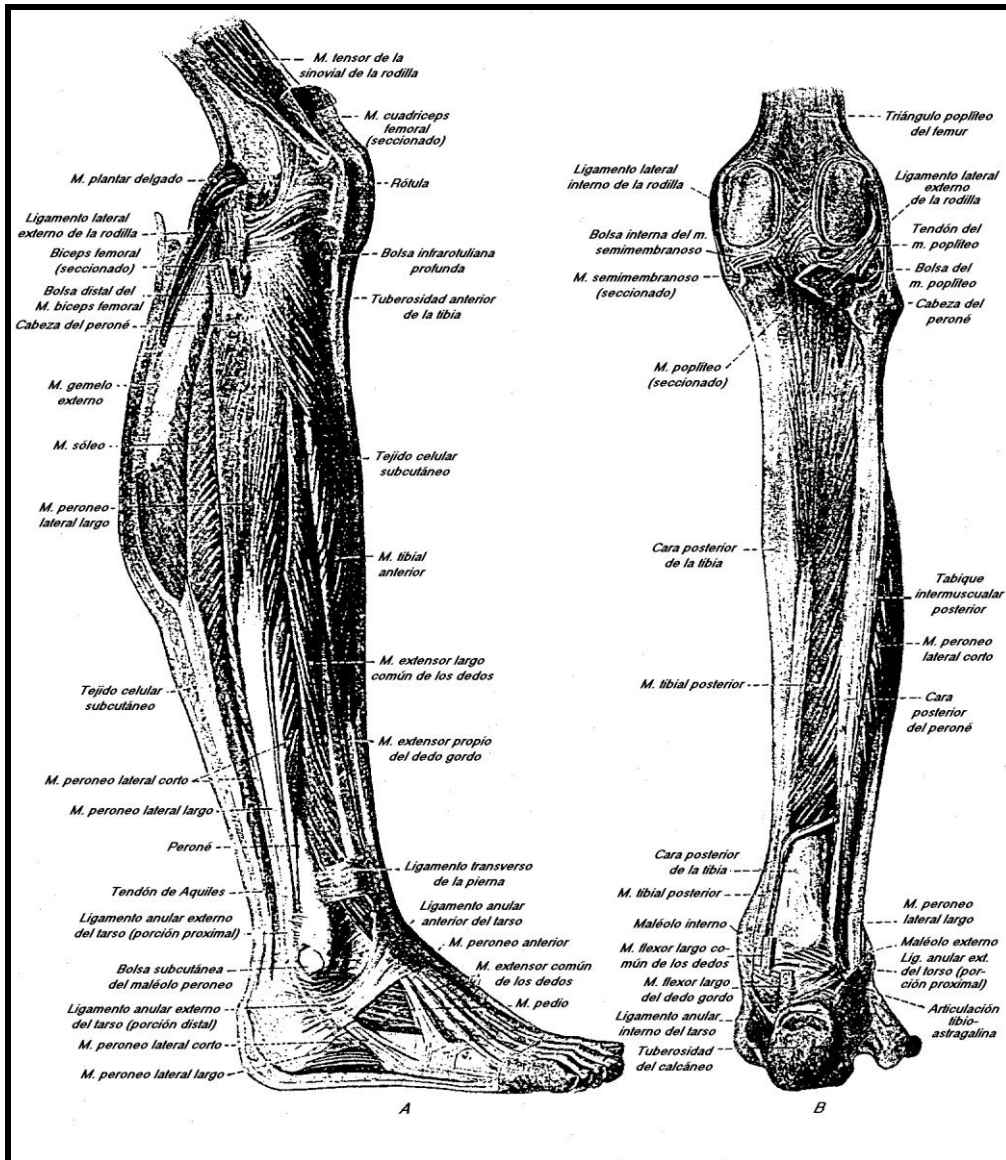


Figura Ane 2.5.28. Músculos de la pierna, A músculos superficiales, B músculos posteriores. (Spalterolz)

El tibial posterior además de flexar el pie, es aductor del mismo dándole el movimiento de rotación hacia adentro.

El movimiento opuesto lo hace el tibial anterior, que está en la cara anterior de la pierna, parte del extremo superior de la tibia, va para abajo a través de un tendón que va al tarso y primer metatarsiano.

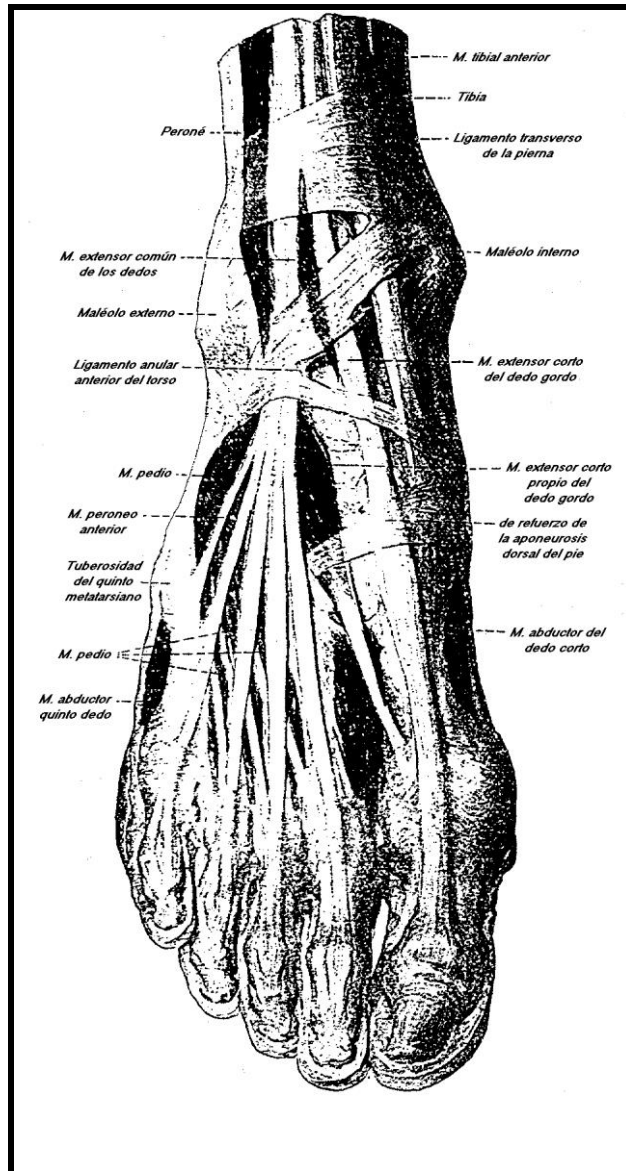


Figura Ane 2.5.29. Músculos del pie (Spalteralz)

La abducción se hace por medio del *peroneo lateral corto*, el cual, parte de la epifisis superior del peroné, y por medio de un tendón termina en el quinto metatarsiano.

El *peroneo lateral corto* parte igual que el anterior pero su tendón crusa oblicuamente la planta del pie y se inserta en el primer metatarsiano, al contraerse da lugar a varios movimientos, de flexión, abducción y rotación.

Los movimientos de los dedos de los pies son limitados y poco útiles, sobre todo para personas calzadas con zapatos de seguridad.

En la parte profunda de la región posterior de la pierna se encuentra *el flexor largo común de los dedos* y el *flexor propio del dedo gordo del pie*, el primero tiene su inserción en la parte alta de la tibia, y el segundo, en la mitad del peroné, ambos tienen tendones que pasan por la planta del pie y se comportan de forma similar a sus homólogos de las manos.

Los antagonistas extensores se hallan en la región anterior de la pierna y sus tendones van a lo largo del dorso de la pierna, los tendones van por el dorso del pie. Los nombres de estos músculos son: extensor común, peroneo anterior y extensor propio del dedo gordo, ver *figura 2.5.29*.

## **5. ENFERMEDADES**

### **5.1. SÍNDROMES POR COMPRESIÓN NEURO-VASCULAR**

Para diferenciarlos los clasificaremos en síndrome del túnel carpiano y otros síndromes neuro-vasculares.

#### **5.1.1. SÍNDROME DEL TUNEL CARPIANO**

El síndrome del túnel carpiano (STC), es un gran problema para la salud para toda aquella persona que realiza tareas manuales, desde el ama de casa hasta los que realizan tareas en los teclados de computadoras, pasando por los que trabajan en tareas de montaje o ajuste, etc.

En otras palabras, diremos que se encuentran expuestos a este tipo de dolencia toda aquella persona que desarrolla tareas que requieren esfuerzo manual intenso asociado a movimientos repetitivos.

El origen del STC se encuentra en la compresión del nervio mediano a nivel de la muñeca, al atravesar el ligamento anular del carpo, en nuestro país cuesta mucho clasificarla como enfermedad profesional, Ver *figura Ane 2.5.17. y 2.5.18*.

Según F. Colell, Ma D. Solé y M. Baré, “las etimologías posibles engloban enfermedades degenerativas y reumáticas, colagenosis, enfermedades endocrinológicas, enfermedades infecciosas, anomalías genéticas, antecedentes de intervención quirúrgicas, etc.”

“Las actividades laborales en las que se halla una mayor incidencia de ATC son trabajos manuales que requieren movimientos repetitivos, hiperflexiones e hiperextensiones repetitivas, esfuerzos repetitivos que impliquen presión, trabajos con máquinas y herramientas vibrátiles, trabajos de montaje (electrónica, mecánica, etc.), industria textil, mataderos (carniceros, matarifes), hosterías (camareros, cocineros), soldadores, carpinteros, pulidores y pintores.”

El STC como lo expresan también los anteriores autores en su estudio, es más frecuente en las mujeres que en los hombres en relación superior a 3 a 1, esto se debe a que la mujer hace el trabajo de retorcer con más frecuencia que el hombre u con más intensidad, fundamentalmente en las tareas hogareñas.

Para detectar esta enfermedad se utiliza por lo general electromiogramas del nervio mediano, siendo signos que facilitan su identificación:

#### **1- Sensitivos:**

La presencia de adormecimiento de los dedos de las manos, pérdida de sensibilidad, sensación de quemazón, o cosquilleo de corriente eléctrica

## **2- Motrices:**

Los elementos se le caen de la mano, no puede mantener la presión constante, amiotrofia de la eminencia tenar, se da más en personas que realizan tareas fabriles (matriceros)

Para su detección también se utilizan varios test entre ellos el del túnel y el de Phalen, el primero de ellos consiste en golpear ligeramente la cara anterior de la muñeca y de ser positivo el paciente sentirá los síntomas espontáneamente, para realizar el segundo hay que mantener la muñeca sin forzar flexionada, con el antebrazo en posición vertical hacia arriba, durante un período mayor al minuto, de esta manera se logra que el nervio mediano se encuentre comprimido entre el ligamento anular, los tendones flexores y el radio, si el paciente siente hormigueo, adormecimiento o ardor, se considera que el test dio positivo.

### **5.1.2 OTROS SINDROMES POR COMPRESIÓN NEURO-VASCULAR**

Dentro de este tipo de enfermedades podemos mencionar a las siguientes:

#### **- Síndrome del túnel tarsiano:**

Causa molestias, sensación de quemazón en los dedos de los pies y plantas de los mismos, en la zona de recorrido del nervio tibial posterior por debajo del meollo tibial, ver figura Ane 2.5.28., la causa principal es la utilización de calzado indebido que comprime dicha zona, (hay que tener cuidado en la elección de los zapatos de seguridad (muy duros o/y con caña alta)

#### **- Síndrome del pie caído:**

Consiste en la lesión del nervio ciático poplíteo externo, la cual puede producirse por compresión al ponerse en posición de rodillas, al agacharse o al acurrucarse.

#### **- Síndrome del nervio femoro-cutáneo:**

Consiste en la compresión del nervio sensitivo acompañado de dolor ardiente, producido por un trauma sobre la pelvis.

#### **- Síndrome de la pronación:**

Los movimientos repetitivos de la pronación pueden comprimir el nervio mediano en el antebrazo. Es muy similar al síndrome del túnel carpiano, pero se extiende por todo el antebrazo

#### **- Síndrome del túnel cubital:**

El cubital puede formarse en dos niveles, en el codo, precisamente en el canal de la epitroclea y el otro en la muñeca (llamado también síndrome del canal Gayon), el enfermo siente una presión sobre el codo por movimientos repetitivos de flexión y extensión. Esta afección alcanza

más a los empleados de oficinas, operadores de máquinas herramientas, conductores y artesanos.

- **Síndrome de la muñeca caída:**  
Se produce la pérdida de la fuerza de la muñeca, como consecuencia de haberse afectado el nervio radial debido generalmente a presión directa, la causa puede ser cargar objetos pesados
  
- **síndrome de obturación torácica:**  
Se debe a la compresión de la arteria del plexus braquial, con una intermitente insuficiencia neurovascular en el brazo, la causa puede ser atribuible a la carga de objetos pesados sobre el hombro, trabajar con las manos y brazos extendidos por encima de la cabeza, sobreesfuerzo continuo de los músculos de los hombros, (puede causar hipertrofia del músculo subclavio)
  
- **Ciática:**  
Es una dolencia que se genera mayormente al sentarse para trabajar en sillas no adecuadas, (Generalmente muy estrechas o duras)

## **5.2. ARTROSIS**

Esta enfermedad es el resultado del desgaste progresivo y lento de la superficie de las articulaciones; debido a sus características generalmente solo es apreciable en las personas de mayor edad. Dándose en las articulaciones que soportan la mayor carga en la labor diaria como ser las rodillas, la cadera, la columna vertebral, etc.

La enfermedad consiste en el ablandamiento del cartílago de las articulaciones afectada, para luego desgarrarse, dejando al descubierto el hueso, el cual, como consecuencia del roce se endurece y le comienza a crecer clasificaciones en forma de espolones por dentro y fuera de la articulación, impidiendo a medida que avanza el movimiento.

Las posiciones antinaturales, o defectuosas de la columna vertebral, o de las articulaciones de los codos, o de cualquier otra parte del cuerpo, como así los golpes, los esfuerzos repetitivos, las vibraciones, y las contracturas musculares, causadas por estado de tensión psíquica, agravan esta enfermedad.

La artrosis causa diferentes tipos de dolores de acuerdo a la zona afectada; si esta fuera zona cervical de la columna vertebral (cuello), produce un dolor en la base del cuello el cual corre hasta los hombros, los brazos y llega hasta las manos, si la parte afectada de la columna vertebral fuera la lumbar (cintura); el dolor comienza en ella (la cintura) y continua en las nalgas, los mulos, piernas, pasa por el talón y termina en los pies. Además, produce adormecimiento de los brazos y piernas.

Los dolores aumentan con las posturas incómodas (como se señaló) o inadecuadas las que fuerzan las articulaciones por varias horas, (también son responsables las posiciones malas por vicios del hombre durante el trabajo, la cual asociada a veces la tensión nerviosa y / o contractura muscular aumenta el problema).

En los operadores de videoterminals estas se presentan en las manos, dedos, codos y columna vertebral, también son asociadas a los fundidores, mineros, y los que utilizan máquinas que producen vibraciones, (taladros, serruchos, rotopercutoras, llaves de impacto, etc.). Las articulaciones de las muñecas presentan mucho riesgo para las personas que realizan tareas en la industria textil. O expuestas a vibraciones directas.

Las rodillas son las zonas más expuestas para los mineros, los trabajadores de la construcción, pavimentación y las personas que realizan actividades domésticas.

### **5.3. LUMBALGIAS**

Las lumbalgias son unas de las principales causas de ausentismo laboral, siendo una causa frecuente de morbilidad y de incapacidad laboral, con resultados económicos negativos.

La lumbalgia se define como el dolor localizado en la zona lumbosacra, independiente de su etiología, esta fue tratada en profundidad en el *anexo 1.4*.

Podemos señalar que existen estudios que determinan que el tabaco afecta la nutrición y oxigenación de los discos intervertebrales, pudiendo por lo tanto influenciar en la generación de lumbalgia.

Existen diversas tareas que afectan al hombre y lo llevan a tener esta dolencia:

- Trabajo con una excesiva demanda física
- Posturas estáticas
- Inclinación o torsión o inclinación combinada con torsión, frecuentemente.
- Levantar, estirar, empujar objetos.
- Trabajos repetitivos y/o monótonos
- Vibraciones, etc.

### **5.4. ALTERACIONES PERIARTICULARES (ENTESITIS)**

Una gran cantidad de afecciones musculoesqueléticas son generadas por la actividad laboral de la persona, como ser inflamaciones de la bursa, tendones y ligamientos que se hallan en el entorno de las articulaciones.

Una de ellas es la que afecta a la articulación del codo, esta puede ser codo de jugador de golf, (epitrocleititis), la cual es frecuente, pero más que ella es el codo de jugador de tenis, (epicondilitis humeral lateral), esta afección produce dolor que se irradia a la zona dorsal del antebrazo, aunque los síntomas pueden aparecer durante el descanso nocturno, por lo general lo hace durante la actividad laboral, especialmente al tomar un objeto o en la dorso-flexión de la muñeca, el enfermo nota una sensibilidad local por encima del epicóndilo humeral lateral o distal (tendinitis del extensor común), ver *figura Ane 2.5.18*.

Esta enfermedad se produce debido a un movimiento repetitivo de la actividad dorso-flexora de la muñeca y además de los jugadores de tenis la presentan personas que realizan labores de forma repetitiva con una violenta extensión de la muñeca y/o pronosupinación repetitiva (destornillar)

### **5.5. NECROSIS AVASCULANTES ÓSEAS**

En tareas subacuáticas, entre otras se presenta un elemento de riesgo, la necrosis aséptica (avasallar) ósea, especialmente en articulaciones de los huesos largos (rodillas, codos, hombros y caderas), consiste en una obstrucción vascular debida a las burbujas de nitrógeno, formadas por la descompresión rápida, que genera una isquemia e infarto óseo. La detección se efectúa por medio de radiografías.

### **5.6. ENFERMEDAD DE DUPUYTREN**

El varón Guillaume Dupuytren describió esta enfermedad, demostrando que la contractura en la flexión de los dedos de la mano se debía a una hipertrofia y retracción de la aponeurosis palmar.

Las lesiones que se ven se deben a un proceso degenerativo dado por pequeñas rupturas de la aponeurosis producidas por microtraumatismos, es difícil demostrar su origen laboral, solo se la considera enfermedad profesional en muy pocos países (del este)

Puede ser producida por herramientas, vibratorias o de impacto, o actividades que permitan el roce continuo de las manos, como ser marineros, jardineros, etc.

Esta enfermedad tiene un desarrollo muy lento e indoloro, ataca con mayor intensidad la articulación del metacarpo-falángica y con menor intensidad las interfalángicas, dando como resultado la retracción en flexión irreductible a la ya mencionada mano de apóstol, creando al enfermo enormes dificultades para realizar sus labores.

## **BIBLIOGRAFIA**

Dr. Alcobe, Santiago, Biología Humana Barcelona 1957.

Braganza, Barry J. La ergonomía en la oficina. Publicado en el ejemplar de “Noticias de Seguridad” de marzo de 1997

F. Colell, Ma. D. Solé, M. Baré. Enfermedades reumáticas de origen laboral

Diccionario Enciclopédico Universal “Océano” Edición 1994

Prof. Dr. Med. Hettlinger T.; Dip. Ing. Hahn B. Schwere Lasten-leicht gehoben. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung (München 1991)

Laboratorio Montpellier. Separata del año 1993

UGT de España



## INDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. PROBLEMAS OSTEOMUSCULARES
3. CLASIFICACIÓN DE ENFERMEDADES REUMÁTICAS DE ORIGEN LABORAL
4. ESTUDIO DE LA BIOLOGIA HUMANA
  4. 1. EXTREMIDADES SUPERIORES
  4. 2. EXTREMIDADES INFERIORES
  4. 3. MOVIMIENTO DE LOS BRAZOS Y HOMBRO
  4. 4. MOVIMIENTO DE LAS PIERNAS
5. ENFERMEDADES
  5. 1. SÍNDROMES POR COMPRESIÓN NEURO-VASCULAR
    5. 1. 1. SÍNDROME DEL TUNEL CARPIANO
    5. 1. 2. OTROS SÍNDROMES POR COMPRESIÓN NEURO-VASCULAR
  5. 2. ARTROSIS
  5. 3. LUMBALGIAS
  5. 4. ALTERACIONES PERIARTICULARES (ENTESITIS)
  5. 5. NECROSIS AVASCULANTES ÓSEAS
  5. 6. ENFERMEDAD DE DUPUYTREN
- BIBLIOGRAFIA

## CANSANCIO Y DESCANSO

---

Los términos cansancio y fatiga son utilizados en forma indistinta por diferentes autores. En nuestro caso definiremos al *cansancio* como al fenómeno que aparece al hombre como consecuencia de la actividad desarrollada y que lleva a una disminución del rendimiento. Dicho fenómeno desaparece al término de un período de descanso o recuperación biológica. También podemos decir que es la sensación que se experimenta después de un trabajo físico o mental, prolongado o intenso.

### 6.1. Cansancio y estados similares al cansancio

En todos los seres vivos tienen dos períodos perfectamente diferenciados la actividad y el de inactividad asociados respectivamente, que definimos como el cansancio y el descanso. El *cansancio* consiste en la disminución del rendimiento y de las funciones orgánicas, que vuelven a recuperarse por medio de un *descanso* adecuado. Esto es válido tanto para el cansancio biológico, es decir el que se presenta en forma independiente si uno realiza una actividad o no, como para el cansancio proveniente de la realización de un esfuerzo o de una actividad laboral.

Varios autores estudiaron el tema del cansancio, Heider sostiene "el cansancio laboral comprende todos los cambios de una actividad que aparece en forma inmediata o retardada y que son atribuibles a la ejecución continua de esta actividad". (Heinder, 1962). Para Anderson en cambio el cansancio "es aquel efecto del trabajo sobre la mente y el cuerpo del individuo que tiende a rebajar la cantidad o la calidad de su producción, o ambas a la vez, con respecto al resultado optimo".

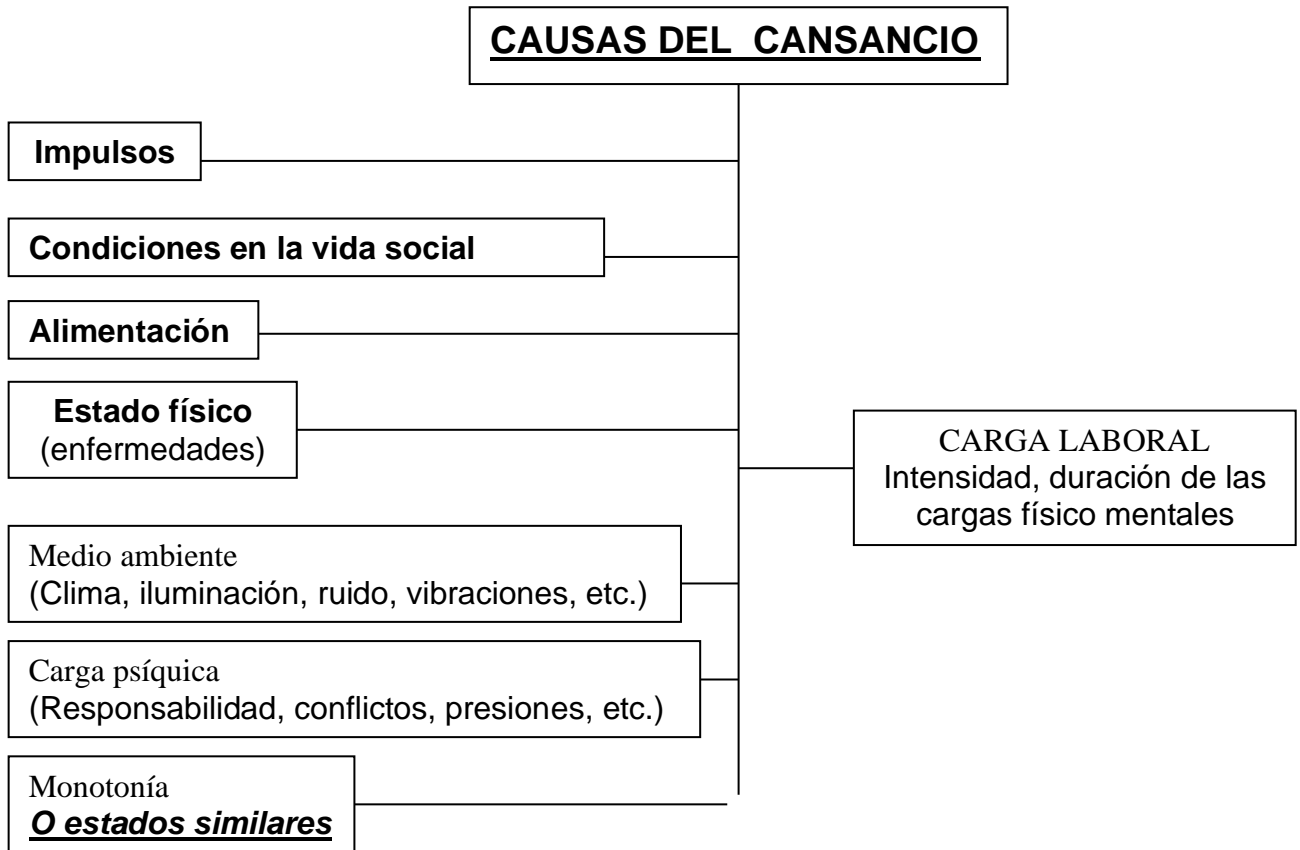
El cansancio es el estado final alcanzado luego de la realización de la tarea. Para una mejor comprensión del mismo hablaremos de grados de cansancio. (Recordamos que en relación al cansancio en el capítulo 4 tratamos el tema de la capacidad muscular, el metabolismo y los distintos tipos de trabajo)

De acuerdo a lo expresado en el manual de REFA (1982 y luego en 1985) según se alteren las propiedades de los sistemas de los órganos centrales (sistema nervioso central, el sistema cardiocirculatorio, etc.) o de los órganos periféricos (por ejemplo, músculos individuales) se puede hacer una distinción entre cansancio central y cansancio periférico. Debemos saber que en ningún caso el cansancio es un estado nocivo para el organismo

Recién cuando se llega al agotamiento, por un gasto energético muy grande o por un esfuerzo prolongado de prestar atención, los cuantiosos síntomas físicos y psíquicos del cansancio pueden tener, en ciertas circunstancias para la salud y la capacidad de rendimiento. Por esta razón, el cansancio laboral debe ser atenuado mediante posibilidades de descanso y en caso necesario mediante tiempo de descanso durante el turno de trabajo, de manera tal que a la larga no padezca daños ni de capacidad de rendimiento, ni la salud del trabajador. Todas las metodologías de estudio del trabajo, (OIT, REFA, BTE, y otras.), estudian con detenimiento de la consideración de los tiempos adecuados de descanso, dada la relevancia de las consecuencias

El trabajo debe estar organizado de tal manera que una persona no se canse, en lo posible en el transcurso de la jornada laboral, a través de pausas de descanso definidas perfectamente en forma científica, de no lograrlo se debe esperar que en el transcurso del día puede recuperarse biológicamente, y al retornar a cumplir una nueva jornada lo haga en las mismas condiciones que se encontraba en la anterior jornada. De no ser así será necesario una recuperación durante el fin de semana laboral. Si esto tampoco ocurre será peligroso pues la persona acumulará cansancio hasta el agotamiento, que podrá transformarse en un estado crónico causando daño de por vida., (estado de fatiga crónica para algunos autores). Además, el trabajo en horas extras (que es extraordinario como su denominación lo indica, se estudia como la suma de la jornada normal más la extra; generalmente el sector métodos y tiempos (que

estudia el ritmo de trabajo) no contempla el cansancio adicional que afecta al individuo, en consecuencia, de este tipo de trabajo casi siempre afecta biológicamente al individuo



**Figura 6.1.** Causas que provocan el cansancio del hombre

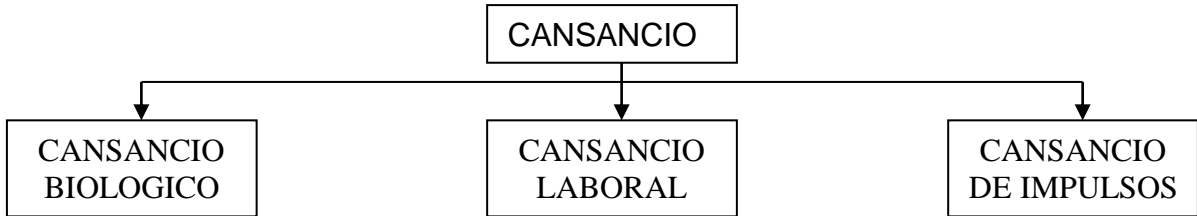
Los elementos que entran en juego en el proceso de cansancio son muy diversos y difíciles de clasificar, tanto es así que cada autor realiza su propia clasificación. A fin de lograr un punto de acuerdo sobre las causas que provocan el cansancio presentamos el diagrama de la Figura 6.1 y desarrollamos algunas de ellas.

- *Impulsos: La efectividad ofrecida por el hombre se reduce cuando se debilitan los impulsos o estímulos, esto es, cuando el requerimiento de efectividad dirigido al trabajador lo “afecta “ como cuando por ejemplo, el trabajador tiene miedo, está de mal humor o desinteresado por la tarea. En tales circunstancias se manifiesta un estado semejante a los que acarrear consigo el desgaste de creciente de esfuerzos y el cansancio creciente del cuerpo y de los sentidos, es decir, una sensación de agotamiento y de tensión, en pérdida de la atención, e incluso en dolores corporales producidos por el cansancio excesivo. El cansancio de impulsos es motivo frecuente para un descenso en el nivel de rendimiento. De todas formas, el cansancio laboral y el cansancio de los impulsos se presentan casi siempre juntos y no pueden ser separados con exactitud.*

El cansancio laboral es evidente en la creciente inseguridad del manipuleo, en el cambio continuo de la postura de trabajo, en un esfuerzo creciente muy visible, en el aumento y prolongación de las pausas de descanso, en la generación de movimientos (falsos) de compensación, en una tarea crispada y presurosa, en la aparición de errores en la baja de la calidad del trabajo fundamentalmente de la

terminación, en la aparición de una sensación de inseguridad. Al disminuir los impulsos por cansancio se llega a un agotamiento, debilitamiento del interés por el trabajo en general, a la presencia de hastío o aburrimiento, aparece el mal humor, se indaga el tiempo faltante para terminar el turno, un trato tanto agresivo para con los medios de elaboración, (fundamentalmente con el golpeteo de máquinas y herramientas), malas contestaciones a los colegas. Estos últimos síntomas se aprecian más en los jóvenes que en los adultos.

La Figura 6.2 representa la composición del cansancio desde el punto de vista que lo estamos tratando.



**Figura 6.2** Tipos de cansancio.

En la biografía sobre el tema es habitual encontrar la siguiente clasificación de cansancio:

- Cansancio general: afecta a todo el cuerpo
- Cansancio sensorial: causa dolores en la sensibilidad de todos y cada uno de los órganos del individuo.
- Cansancio clínico: se produce por la falta de recuperación y falta de descanso adecuado dentro y fuera del trabajo, produce un malestar, que generalmente termina con la denominada fatiga crónica.
- Cansancio mental: genera la tensión del individuo. Es creado por la actividad mental prolongada e intensa, se denomina también cansancio intelectual, lo padecen los ejecutivos, investigadores, intelectuales, programadores, analistas de sistemas, etc.

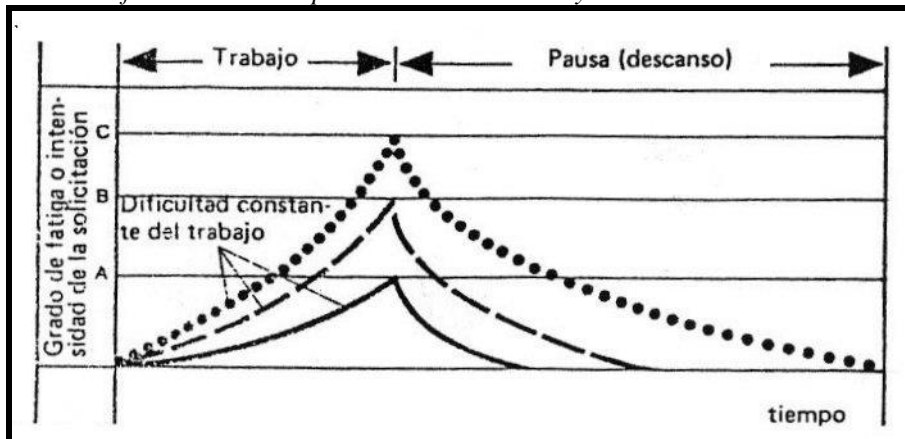
Así mismo, Bartley establece tres tipos de cansancios:

*Cansancio objetivo:* acarrea la disminución del rendimiento laboral

*Cansancio subjetivo:* cuando el trabajador “se siente cansado”.

*Cansancio Fisiológico:* implica una reducción en el proceso corporal específico.

- **Carga laboral:** Según el Dr. Rohmert, “el cansancio laboral se acrecienta con la duración y la dificultad de la sollicitación; el descanso hace desaparecer el cansancio con mayor fuerza al principio, después en forma cada vez más débil según se aprecia en la figura 6.3. El cambio alternativo entre una sollicitación y el descanso, como se presenta en muchos trabajos profesionales el cansancio laboral al término de un turno de trabajo depende de la intensidad de la carga laboral, así como de la duración y de la frecuencia de los períodos de sollicitación y descanso.



**Figura 6.3.** Curva del proceso de cansancio y descanso dada una intensidad de la actividad (Rohmert).

Resumiendo, el cansancio muy elevado puede tener consecuencias para la salud y capacidad de rendimiento del hombre. Por lo que el cansancio laboral debe ser atenuado mediante descanso determinado en forma adecuada para permitir siempre la recuperación biológica del individuo.

La medición del cansancio laboral es posible a través de la medición de la capacidad funcional de un órgano o de todo el organismo. Cuando durante la tarea se supera el límite de trabajo continuo. En el caso de trabajo predominantemente muscular, las manifestaciones que aparecen son alta frecuencia cardíaca, elevada suma de pulsos de reposo o por una alta velocidad del potencial de reacción del músculo. En el caso de tareas predominantemente informativo-mental (pequeña carga muscular y elevada carga de los sentidos y nervios), es muy difícil la medición del cansancio mediante la evaluación de los esfuerzos.

Así mismo es muy difícil establecer la curva del cansancio mediante el estudio de la eficiencia del trabajo, dado que existen gran cantidad de factores, (sobretudo influencias del medio ambiente), que afectan a la persona que realiza la tarea. Sin embargo, por medio del registro de la consecuencia de los trabajos realizados, es posible determinar el cansancio predominantemente informativo-mental (Rohmert, 1979), las consecuencias pueden ser.

Las consecuencias pueden ser:

- 1) *Trastornos de percepción:* Interpretación incompleta, retardada o equivocada de señales, disminución de la capacidad de crítica, hipótesis de reconocimiento apresurado.
- 2) *Trastornos de procesos de coordinación:* movimientos erróneos, tiempo suplementario para movimientos de corrección, disminución de la capacidad de movimientos oculares por unidad de tiempo, aumento de los tiempos en procesos de fijación.
- 3) *Trastornos de la atención y concentración:* prolongación de los tiempos de reacción, pérdida de reacciones, bloqueo de atención.
- 4) *Trastornos de razonamiento:* lentitud de razonamiento, afluencia de pensamientos extraños a la convivencia, reinicio de razonamientos, perturbaciones en la formación de ideas y en la reproducción de conceptos memorizados.
- 5) *Trastornos de la estructura motriz:* disminución del interés, cansancio y aburrimiento, indiferencia ante los propios errores, trato mal humorado con colegas, máquinas y aparatos.

#### *Test de cansancio*

Para determinar el grado de cansancio con una medición metódica a través de los sintamos numerados anteriormente falta un test que sea objetivo, económico e independiente de las influencias emocionales de la tarea y el medio ambiente, costumbres o práctica Haider 1962). Es necesario aclarar que los test desarrollados en la actualidad no diferencian el efecto del cansancio con un efecto de compensación.

También los cuestionarios que registran las sensaciones objetivas de cansancio deben ser usados con reserva. Sensaciones de cansancio también pueden aparecer cuando la carga es pequeña, cuando, por ejemplo, los requerimientos divergen en forma acentuada de la vocación; sin embargo, también pueden quedar ausentes cuando la tarea se realiza con gran motivación al trabajo. (Schmidtke, 1977).

Todos los estados definidos como "similares al cansancio", como la monotonía y saturación deben ser diferenciados del cansancio propiamente dicho; estos presentan síntomas parecidos a los del cansancio, como ser somnolencia, apatía, etc. los que pueden ser superados cuando el individuo es llevado a realizar otras tareas más variadas y/o interesantes.

- **Monotonía:** Esta caracteriza a la actividad laboral y/o la situación psíquica. La actividad reducida es considerada también monótona. Los elementos que favorecen la formación de estados monótonos son:
  - Falta general de incentivos
  - Entorno reducido del área de actuación
  - Mala adaptación y problemas de reorganización
  - Existencia de estímulos de tipo monótono
  - Falta de posibilidad de movimientos corporales
  - Clima del medio ambiente (Frío, calor, humedad, etc.).

El poco grado de efectividad de la ejecución de la tarea laboral una de las características típicas de las situaciones laborales que favorecen la monotonía. También la escasa sollicitación de una persona en su puesto de trabajo, que por el tipo de tarea no puede realizar otra tarea secundaria que permita reducir la monotonía.

La forma de aliviar el trabajo es la misma que para el trabajo con carga excesiva, se debe establecer períodos de trabajo más cortos, (menor horario de trabajo), y períodos de descanso.

La vigilancia por un período prolongado también lleva a un estado similar de cansancio por monotonía, dado que al cabo de un tiempo la persona presenta una disminución de su efectividad en la vigilancia. Pensemos en el caso del centinela: al comienzo está muy alerta pero luego de un tiempo no logra concentrarse y pese a estar mirando no “ve” el objetivo que se acerca.

La vigilancia es un estado de disposición funcional del organismo para reaccionar al surgir hechos que aparecen en forma circunstancial y aleatoria. Las actividades que conducen una disminución de la vigilancia se caracterizan por tener condiciones muy similares al estado de monotonía. Sin embargo, es típico que se trate de tareas que (casi) nunca tienen posibilidades de ser automatizadas, y cuya velocidad de ejecución apenas es influenciada. Solo raramente se debe reaccionar. (Bartenwerfer, 1970).

- **Saturación psíquica:** por lo contrario, no está asociada a una reducción de la actividad de la persona. Esta puede aparecer cuando surge la aversión hacia tareas repetitivas. Algunos síntomas de la aparición de saturación psíquica son:

- Indignación
- Enojo
- Reducción del rendimiento
- Sensación de no progresar.

En tareas de supervisión, de observación (vigilancia, control) y conducción operativa, una parte fundamental del proceso es observar a uno o varios objetos, que son fundamentales para el resultado correcto del trabajo y deben ser destacados, con una tensión interior, del conjunto total de impresiones sensoriales.

Dentro de las actividades que generan tensión psíquica encontramos la de ajuste, disposición y conducción operativa. La cantidad de cargas generadas por las características de estas actividades dependen de la duración de los períodos ininterrumpidos de observación, del número de los objetivos, de la frecuencia de las actividades, del tamaño y de las tolerancias de los objetivos que van a ser ajustados o montados, de las influencias físicas del medio ambiente desfavorables que pueden influenciar en forma desfavorable al desarrollo de las actividades, (deslumbramiento, falta de luz, ruidos, estímulos que perturben, etc.).

- **Actividad mental, en sentido estricto, (actividad intelectual):** Se considera como aquella en la que se requiere una captación mental en el sentido estricto autónoma con la comprensión de nexos de relación y enjuiciamiento de situaciones de hecho, así como la deducción de conclusiones o juicios de carácter general.

- **Atención y concentración:** Realmente no existe actividad que no necesite atención y actividad sensorial, el aumento de la mecanización y automatización traen consigo el incremento de la atención y concentración característica que hace que el hombre realice sus labores con un bajo metabolismo, pero con una elevada atención.

El hombre realiza su actividad en forma directa e inmediata en la producción, como por ejemplo en tareas de montaje, en tareas de control o inspección, o en actividades de conducción operativa (como ser en control numérico), o bien haciendo tareas de control de producción altamente mecanizada, (tenería automática, telares, etc.). En primer lugar, se verá el rendimiento o prestaciones de los sentidos, le son imprescindibles para la realización de la tarea.

- **Rendimiento de los órganos de los sentidos durante el trabajo:** El trabajador que realiza su actividad en forma directa e inmediata a la producción, como por ejemplo tareas de montaje, tareas de control o inspección, actividades de conducción operativa (control numérico) o bien que realiza tareas de control en una producción altamente mecanizada (tornería

*automática, telares, etc., verá que la prestación de los sentidos le resulta imprescindible para realización de la tarea y para mejorar el rendimiento*

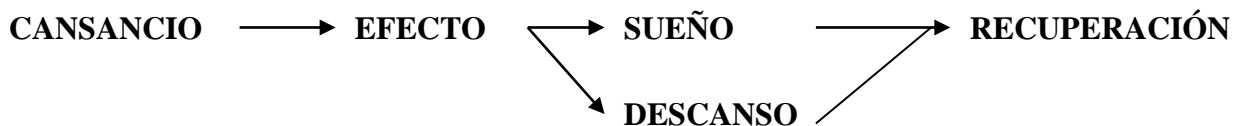
Por ejemplo, el analizar la actividad del ojo es relevante dada la importancia de este órgano para recabar informaciones y controlar los movimientos del cuerpo, fundamentalmente el de las manos y brazos.

Los ojos funcionan de manera similar a una máquina fotográfica, es decir, que al recibir los rayos luminosos que son irradiados o reflejados por los objetos, y a través del cristalino, (que hace de lente), pasan a la parte fotosensible, llamada retina. De acuerdo con las distintas intensidades de los impulsos que llegan al cerebro, se hace posible la percepción de imágenes que brinda el entorno. De ello la importancia de esta función en la vida del hombre y en la aparición del cansancio.

**acomodación del ojo:** *El ojo se adapta perfectamente a distintas tareas visuales. Mediante la modificación del radio de curvatura del cristalino, los diferentes objetos que hay en el entorno (situados a distintas distancias) pueden reflejarse perfectamente (nítidamente) sobre la retina. Este proceso que se denomina acomodación es efectuado por un músculo que rodea al cristalino de manera anular. El enfoque que realiza el ojo del punto más próximo es factible gracias a la máxima contracción del músculo, por ello cuando la persona envejece este músculo se endurece e impide ver a corta distancia obligando al uso de lentes. En caso de no usarlos el cansancio será mayor debido al esfuerzo necesario para ver a distancias pequeñas, además de la falta de nitidez que provocará numerosos errores. Si el músculo es mantenido por un tiempo relativamente largo, podrá suceder en su esfuerzo de contracción y el punto de visión más cercano se aleja del ojo.*

El rendimiento humano disminuye cuando se deshidrata, cuando el contenido de agua del organismo se reduce en un 3%; la carencia de sodio y de potasio también facilitan, el proceso de cansancio, (esto se produce a través de la transpiración del individuo al desarrollar una tarea con gran actividad muscular o por tiempo prolongado de una actividad menor, o por exceso de calor (clima).

**- Recuperación:** *Como se mencionó el efecto de cansancio debe contrarrestarse a través del descanso.*



**Figura 6.4.** Posibles causas que provocan la fatiga

Según R. Barnes el proceso de recuperación presenta ciertas características:

- 1- La cantidad de sueño tiene un efecto ligero, pero significativo, sobre el trabajo del individuo
- 2- Es evidente una relación bien clara entre el estado emotivo o condiciones hogareñas de la persona y su trabajo
- 3- Los periodos de descanso aumentan la productividad total diaria, en lugar de disminuirla
- 4- Las influencias exteriores tienden a crear un espíritu eufórico o deprimido que se refleja en la producción.
- 5- La actividad mental del trabajador hacia su jefe inmediato y las comunicaciones en el lugar de trabajo y en el hogar, son probablemente los factores más significativos en lo que respecta a la eficiencia de el mismo.

- ***Alimentación:** Es bien conocido el efecto que tiene sobre el hombre la subalimentación y su efecto dañino sobre él y su rendimiento físico-mental.*
- ***Estado físico:** Los efectos de las enfermedades del hombre sobre el y su trabajo.*

## **6.2. Organización temporal del trabajo**

### **6.2.1. Reglamentar el tiempo de trabajo**

El tiempo de trabajo está reglamentado por ley, la cual ha sido complementada y renovada por una serie de decretos que se refieren a determinados grupos de personas, como ser, menores, mujeres, embarazadas, etc. También hay que tener en cuenta las consideraciones que reglamentan los convenios colectivos de trabajo vigentes.

Por lo general la reglamentación determina que la jornada no debe exceder de las nueve horas - las excepciones deben ser como su nombre lo indica y su aprobación hecha por personal profesional. - y tiene que sucederle un franco de por lo menos once horas para poder lograr la recuperación biológica y en este lapso de tiempo también se tiene en cuenta el tiempo de viaje de ida y retorno a hogar del trabajador como de su tiempo para comer apropiadamente.

El tiempo de la jornada laboral no toma en cuenta los tiempos de descanso. Los francos laborales y las pausas de descanso deben ser dadas en función del sexo de la persona y la duración de la jornada de trabajo. El horario de trabajo (inicio y finalización de la jornada laboral), como también la duración y distribución de los períodos de descanso de cada día en la semana pueden ser fijados por convenios, con pleno conocimiento de la Ergonomía.

Según REFA, el desenvolvimiento del ritmo biológico conduce a dos recomendaciones:

"Para que el tiempo de trabajo se aproxime a la máxima disposición fisiológica en el caso de trabajo en turno único de actividad debería comenzar entre las 7 y 8 horas, tener una pausa entre las 12 y 14 horas y la finalización de las tareas entre las 16 y 18 horas".

"Dado que la curva de desenvolvimiento del ritmo biológico diario solo representa valores promedio y muchas personas alcanzan su rendimiento máximo más temprano o más tarde, se hace aconsejable la implementación del horario flexible, que organizativamente es posible.

El término de "horario flexible" comprenden el total de las formas existentes de ordenamiento temporal del trabajo que no rigidizan el horario fijo tanto de entrada como de salida, permitiendo de esta manera que todas las personas tengan posibilidades de adaptar el tiempo de trabajo de acuerdo a su disposición fisiológica o necesidades privadas, como ser horario de viaje, necesidades particulares del hogar, horario de estudio, etc., lo que generalmente resulta ventajosa para la empresa.

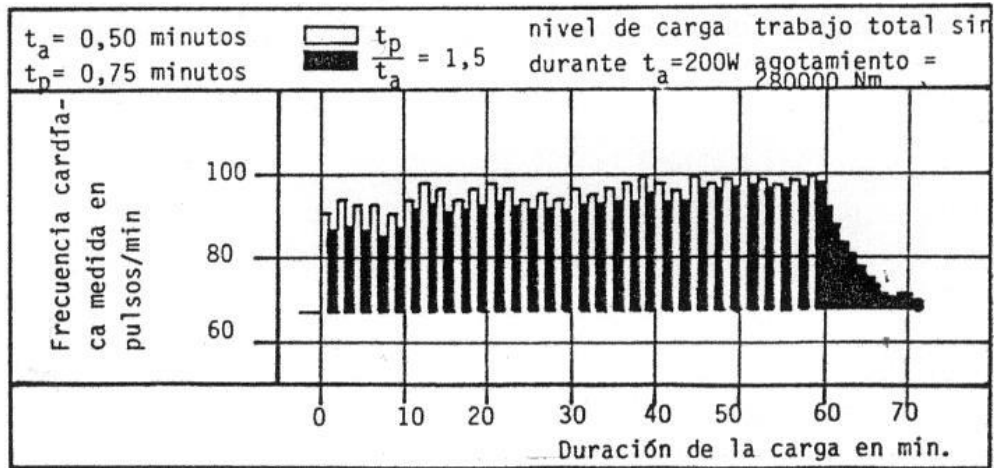
### **6.2.2. Pausas de descanso**

Cuando una persona realiza una tarea en forma continua aparece el cansancio por falta de recuperación biológica que se va acrecentando al transcurrir el tiempo, fundamentalmente cuando no hay posibilidades de recuperación por medio de pausas de descanso, (entendiéndose por pausas de descanso a todas las interrupciones durante el período de trabajo), surgiendo de esta manera la necesidad de descanso. Se entiende por pausa de descanso a las interrupciones necesarias durante el período de trabajo. Dichas interrupciones deben evitar o retardar la disminución del rendimiento, es el efecto fisiológico de las pausas (según se denotó anteriormente), pero también suelen aumentar la motivación para la siguiente fase del trabajo (efecto psicológico de la pausa).

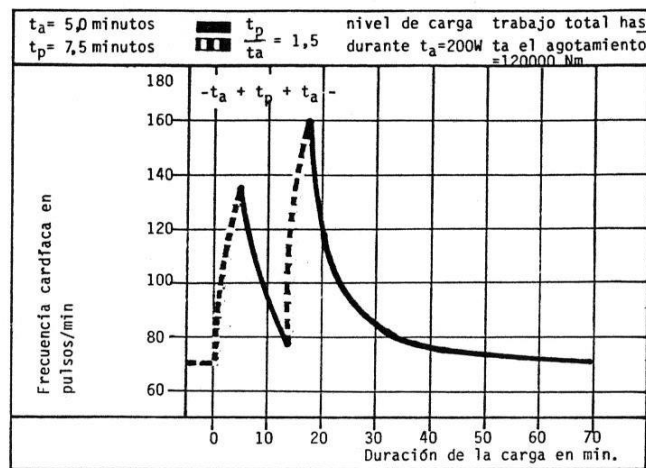
Las pausas dan un efecto recuperatorio que, tal como veremos más adelante, no es igual en todo el desarrollo de la tarea. Logran sus objetivos mediante la eliminación gradual del cansancio por carga muscular, ya sea durante en el transcurso de la pausa, o en el efecto del descanso a largo plazo. Por lo general, la respuesta es exponencial y el efecto recuperatorio es mayor al comienzo que al final de la tarea, siendo mejor realizar muchas pausas cortas que solamente una larga.

En las figuras 6.5. y 6.6 se muestran los efectos de una tarea corporal durante su realización y durante el período de descanso, dichos efectos son presentados mediante la frecuencia cardíaca.





**Figura 6.5.** Efectos de tiempo de trabajo y de pausas sobre la frecuencia cardíaca en un trabajo corporal pesado,  $t_a$  = duración del trabajo,  $t_p$  = duración de las pausas (según Laurig, 1982), (Notación REFA)



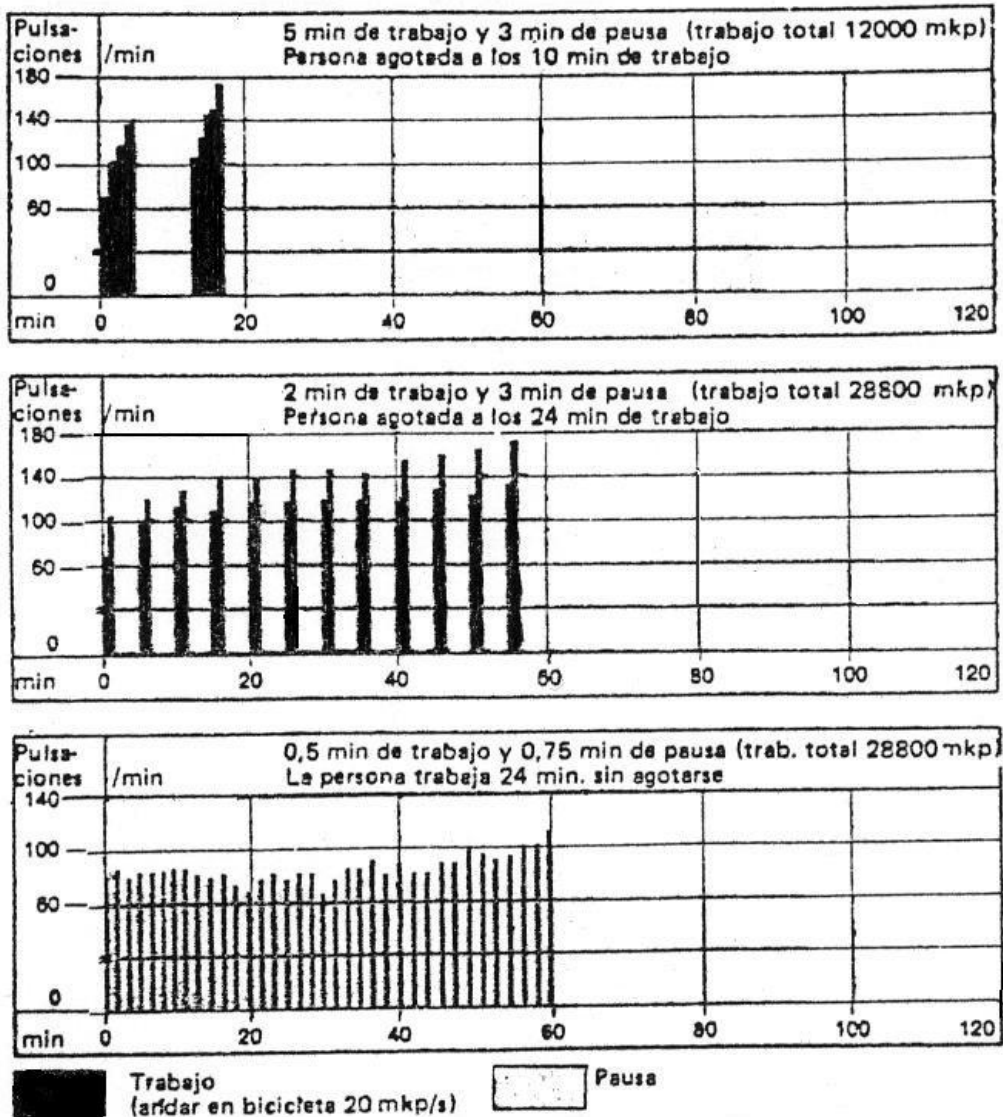
**Figura 6.6.** Efectos de tiempo de trabajo y de pausas sobre la frecuencia cardíaca en un trabajo corporal pesado,  $t_a$  = duración del trabajo,  $t_p$  = duración de las pausas (según Laurig, 1982), (Notación REFA)

Nos remitimos a la Figura 6.7, para analizar lo que ocurre con la frecuencia cardíaca. En ella se muestran los efectos que surgen en el transcurso del tiempo (considerando los períodos de trabajo y pausa), y se comparan distintas combinaciones de períodos de descanso y trabajo. En las tres variantes de la Figura 6.7, la carga laboral en todos fue la misma y las mediciones se efectuaron mediante la colocación en el lóbulo de la oreja del trabajador una célula fotoeléctrica y una fuente luminosa. Las fluctuaciones de la circulación que representan el ritmo cardíaco en la oreja interrumpen el rayo luminoso y generan impulsos eléctricos en la célula eléctrica, que son amplificados y dirigidos a un contador. El resultado es el siguiente:

- En la Figura 6.7a se representa la frecuencia cardíaca de la persona que trabaja 5 minutos y descansa 3 minutos. Observamos que trabaja un primer período hasta llegar a una frecuencia de 140 pulsaciones, después de haber comenzado 70 pulsaciones. Luego del descanso las pulsaciones son de 110, 40 más que al comienzo del primer período de trabajo, así comienza su segundo período de trabajo. Al terminarlo, las pulsaciones llegan a 170. Se finaliza la prueba por agotamiento del hombre que solo trabajó 10 minutos.
- En la figura 6.7b la misma persona trabaja períodos de 2 minutos y descansa 3 minutos. Comienza la prueba al igual que la anterior con 70 pulsaciones. Después del primer período sus pulsaciones llegan a 105, descansa y estas llegan a 100. Comienza el segundo período y al finalizar este está en 120 pulsaciones. Luego del descanso queda en 110 pulsaciones con las que comienza el tercer período y así hasta llegar al 12° se encuentra en 170 pulsaciones. En consecuencia, al igual que en la primera

prueba se da por finalizada por agotamiento de la persona, la cual trabajó en forma absoluta 24 minutos antes de agotarse.

- En la Figura 6.7c continuamos con la misma persona y la misma tarea, pero trabajando períodos de 0,5 minutos hace 0,75 minutos de pausa de descanso. El período de trabajo comienza con 70 pulsaciones por minuto y terminar con muy poca diferencia, manteniéndose en el transcurso del ensayo en niveles iguales o inferiores a 110 pulsaciones, la prueba dura una hora y al cabo de ella la persona no está agotada y trabajo en tiempo absoluto 24 minutos.



**Figura 6.7.** Efecto que aparece sobre la frecuencia cardíaca, los tiempos de trabajo y las pausas de descanso con diferentes tiempos de duración en trabajo físico pesado (Según Karrasch y Müller)



Si se observa la figura 6.10. se verá la relación existente entre los períodos de actividad y pausa, con el grado de rendimiento productivo, y la producción acumulada

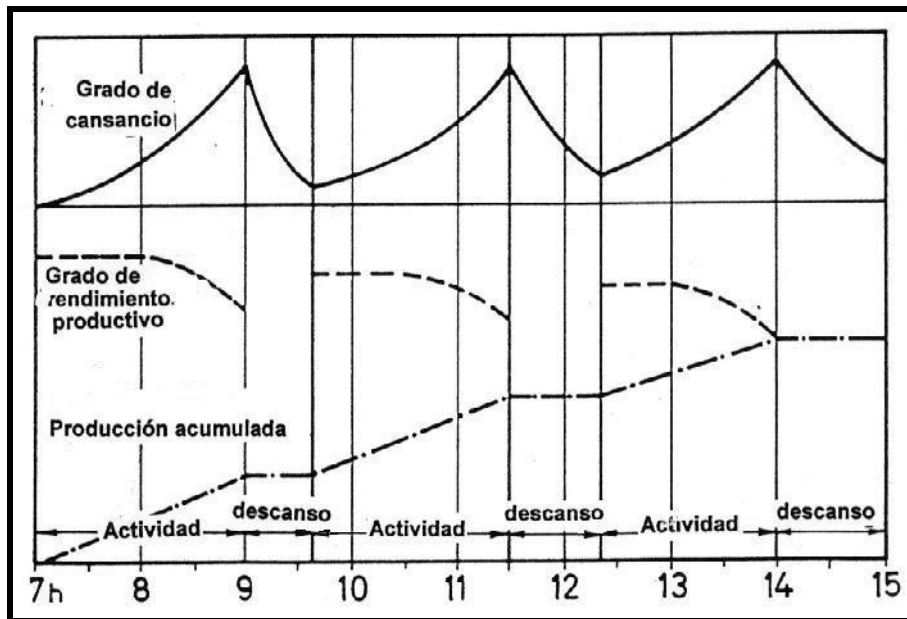


Figura 6.10. Relaciones entre el cansancio y la productividad según H. Bohrs)

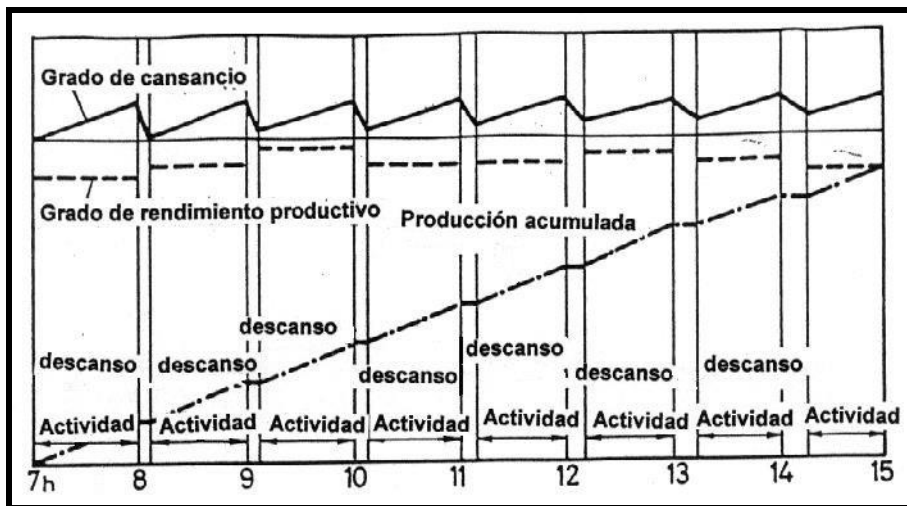


Figura 6.11. Relaciones entre el cansancio y la productividad según H. Bohrs)

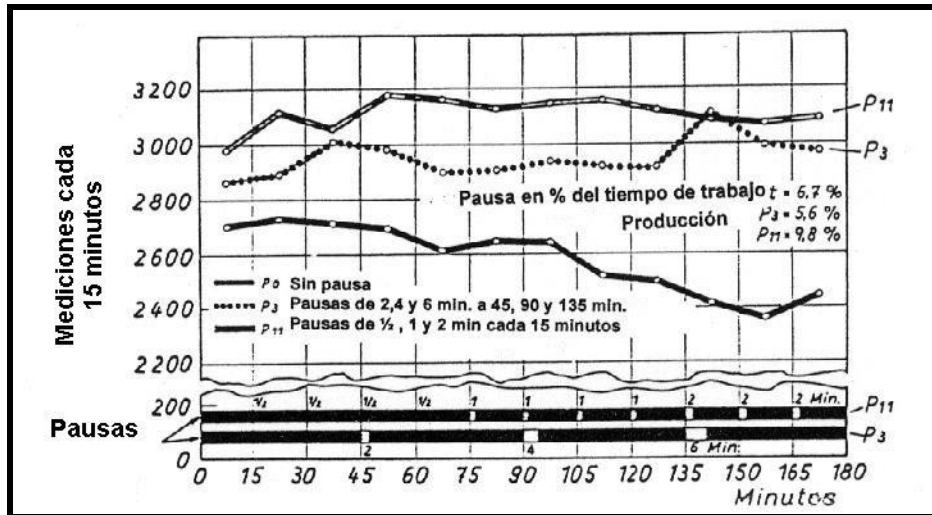


Figura 6.12. Curvas de representación del trabajo en tres horas con 12 minutos de descanso efectuados de distintas formas.

Graf efectuó también el estudio de la eficiencia alcanzada tras la pausa, el gráfico de dicho estudio se presenta en la figura 6.13. donde se puede observar el rendimiento del trabajo en base a las pausas otorgadas.

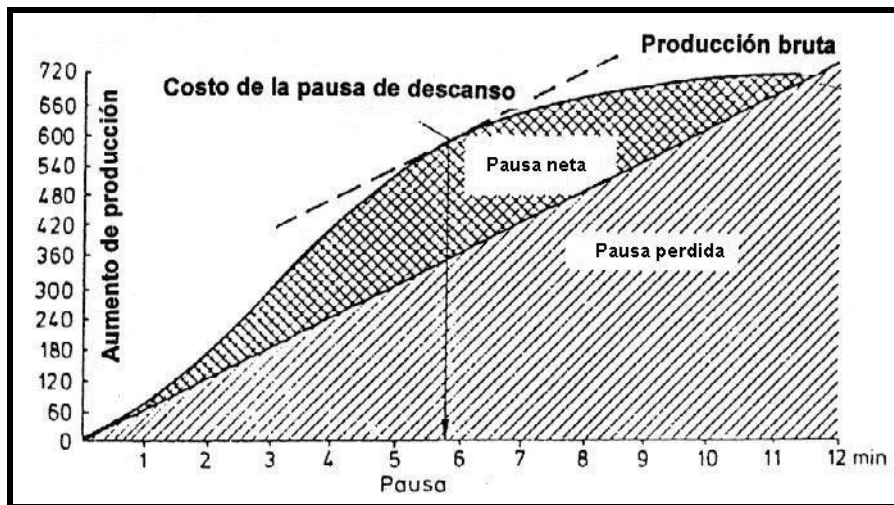


Figura 6.13. Eficacia a lo largo de la pausa de trabajo (Según Graf, 1922).

Pfeiffer llegó a la conclusión que tras la pausa de descanso se recupera la capacidad productiva en un valor igual o superior a la perdida por causa directa del descanso del hombre, esto se puede observar en la Figura 6.14.

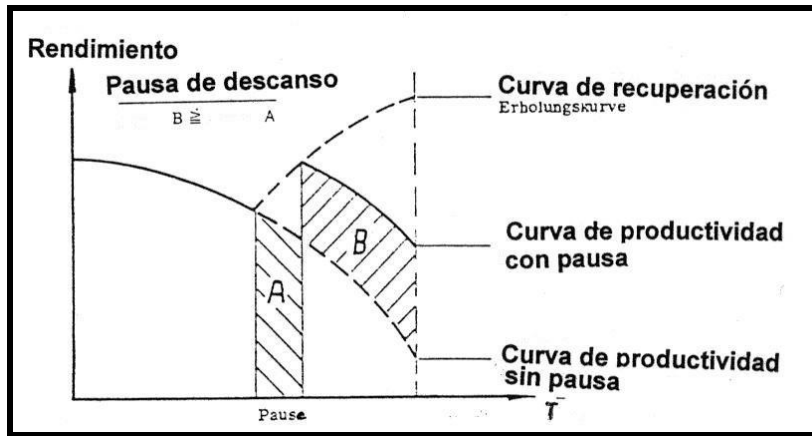


Figura 6.14. Recuperación de la productividad tras la pausa (según Pfeiffer, 1977).

Anteriormente Nesswetha hizo un estudio analizando los efectos cruzados del trabajo continuo y el trabajo efectuado con pausas, viendo tras este que el impacto fisiológico de la actividad continua era superior que el de la actividad efectuada con pausas de descanso, (Figura 6.15).

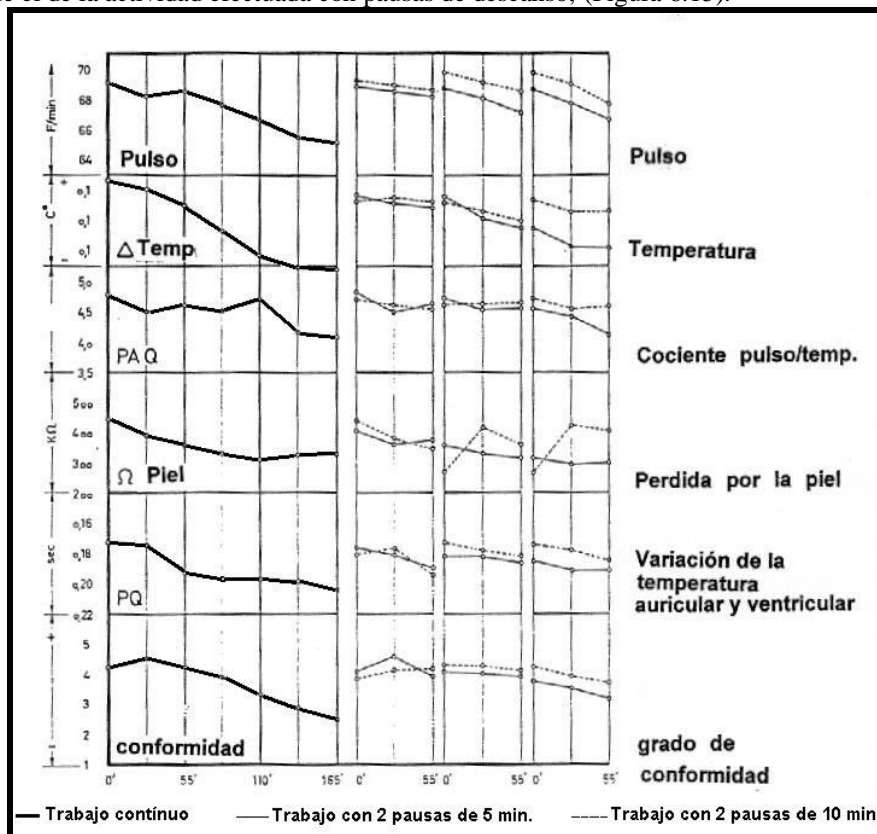
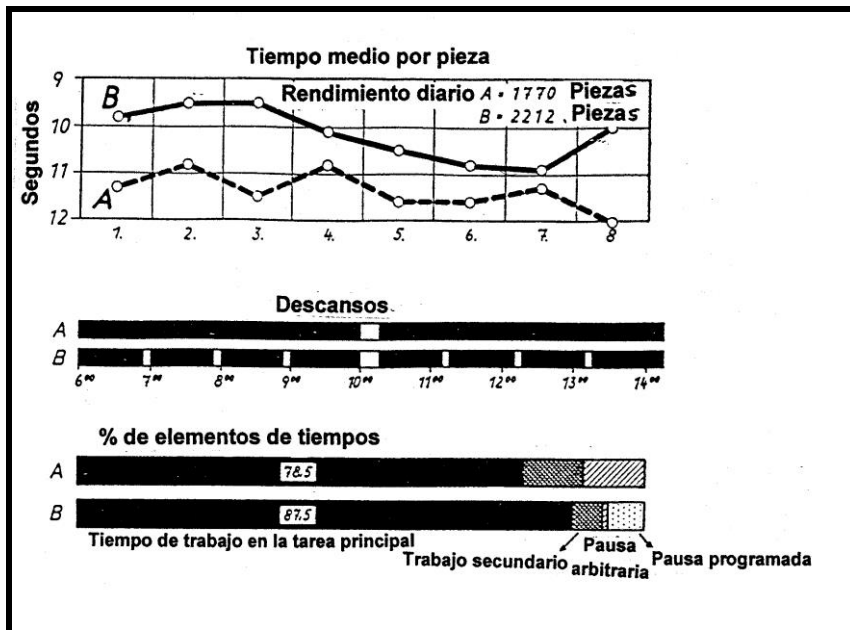


Figura 6.15. Variación fisiológica entre trabajo continuo y trabajo con pausas (según Nesswetha, 1970)



**Figura 6.16. Primera parte.** Tiempo de trabajo, "A" sin pausa programada, "B" con pausa de descanso programada (según Graf y Scholz, 1960)

De acuerdo a lo analizado hasta el momento, podemos realizar una nueva interpretación de la Figura 6.7, tal como lo presentado en la Figura 6.16. En esta se observa la proporcionalidad no lineal que existe entre el cansancio y el tiempo de descanso necesario para la recuperación biológica por causa de este. También se aprecia que si a través de la pausa de descanso no se logra la recuperación biológica total el hombre comienza el nuevo ciclo de trabajo con una precarga o mejor dicho con un cansancio previo.

En la Figura 6.17, se ve presentado de distinta forma el tercer gráfico de la Figura 6.7c., pudiendo ver en esta, el período de recuperación final, y hay un detalle del gráfico para una mejor observación e interpretación de las diferencias de los ritmos cardíacos entre los períodos de actividad y los períodos de descanso.

En la Figura 6.18, se muestran las observaciones realizadas por Hanhart (1954) con respecto al rendimiento de una persona al realizar una tarea determinada sin descanso, (trabajo continuo), y con pausas de descanso de tres minutos y pausas de descanso de 1,5 minutos. En este trabajo se aprecia que existe un aumento de la productividad como respuesta directa a las pausas de descanso.

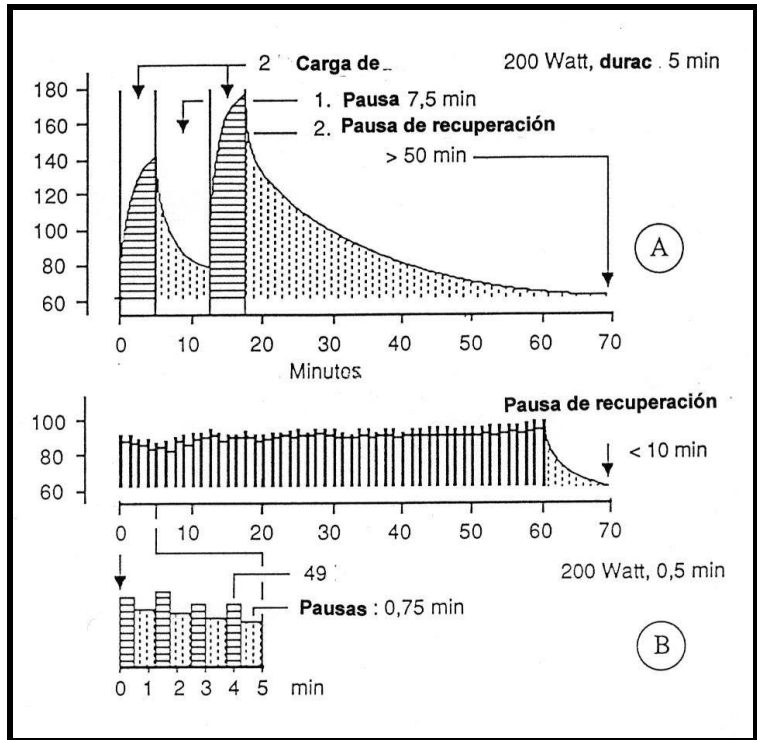


Figura 6.17. Comparación de las mediciones en los estudios de Karsch Müller y los esquemas presentados por Bohrs

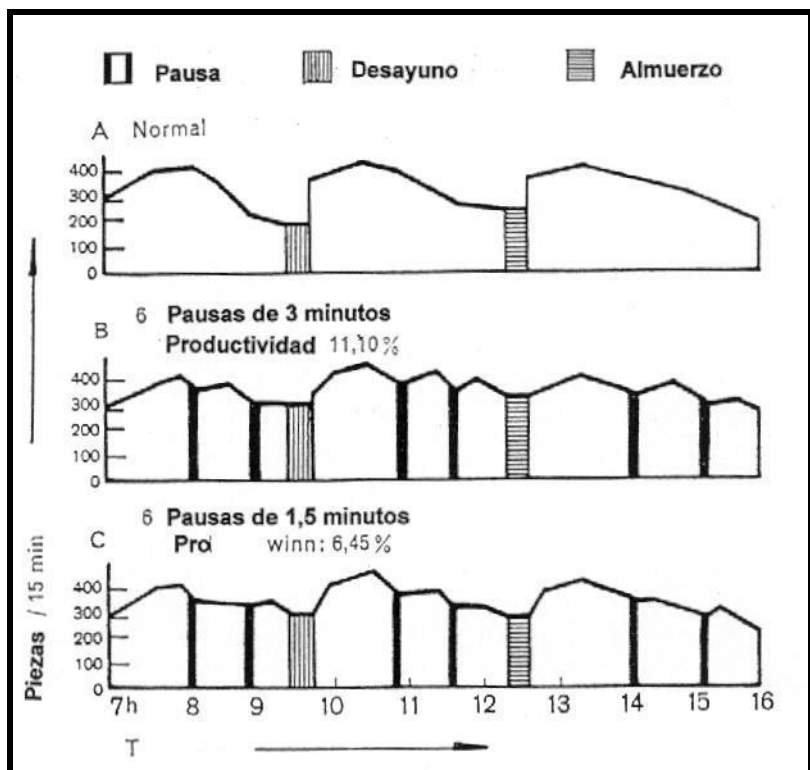


Figura 6.18. Resultado de la producción (productividad), como consecuencia de distintas pausas de descanso dentro del tiempo de trabajo (Harnhart, 1954)

REFA, en una recopilación de literatura especializada, “según la duración las pausas son diferenciadas en pausas mínimas (menores de un minuto), pausas cortas (de un minuto a ocho minutos), y



pausas (mayores de ocho minutos)". Además, se las divide en pausas organizadas (por ejemplo, las preestablecidas) y las pausas no organizadas (por ejemplo detenciones condicionadas por el proceso).

Las pausas arbitrarias son las efectuadas por el propio hombre, pueden ser clasificadas como pausas desfrazadas, las cuales tienen un fin de recuperación, lo que hace pensar que cuando esto ocurre se debe estudiar el problema para reemplazarlas por pausas regulares.

Si la persona tiene la factibilidad de elegir libremente las pausas de descanso concedidas, es frecuentemente conveniente que exista una información previa del colaborador sobre el efecto del cansancio y de la correcta distribución de las pausas, ya que la autodeterminación de la duración y distribución de las pausas de descanso para una tarea específica la persona pierde noción de la correcta destitución y su consiguiente cansancio.

Muchas empresas que tienen por política propia, o establecida por convenio, que en el caso de otorgar en alguna tarea la autodeterminación del tiempo de descanso, en alguna tarea, el colaborador se toma el descanso al final de la jornada. De esta manera desvirtúa la recuperación.

### 6.2.3. Trabajo por turno y trabajo nocturno

La necesidad de realizar tareas de noche o en distintos turnos por motivos técnico (atención a procesos de marcha continua), por motivos sociales (atención en hospitales, servicios de seguridad, etc.), y por motivos económicos (aprovechamiento de máquinas y equipos de costo elevado). Por lo general prima el último motivo, dada la ventaja de utilizar un equipo(s) o máquina(s) costosa(s) por más de un turno de trabajo (8 horas, diarias, en forma normal), pudiendo de esta manera amortizar los equipos en menor tiempo o igual tiempo, pero con una mayor producción, siendo esto muy conveniente en equipos de muy alta tecnología (de cambios muy rápidos), (tecnología de punta). Este tipo de trabajo tiene una serie de desventajas de tipo social, pues trastoca el ritmo de vida normal de la persona que lo utiliza, (al realizar las rotaciones o efectuar tareas nocturnas, o realizar cambios de los días de descanso en la semana, donde poro causa de los turnos este se desplaza a días hábiles).

El trabajo por turnos o el trabajo nocturno en su desarrollo provocan una serie de problemas ergonómicos como consecuencia de la distribución de pausas. Podemos decir que el trabajo nocturno es tan necesario como perjudicial para el hombre; sin embargo, este tipo de trabajo es muchas veces imprescindible, tal como el caso del área de procesamiento de datos de los siguientes ejemplos:

- Grandes que atienden los servicios de organizaciones Estatales: ministerios, empresas de grandes dimensiones o organismos.
- Empresas de producción continua, (usinas lácteas, acerías, destilerías, industrias de la alimentación, etc.).
- Empresas con equipos de gran complejidad de control y/o trabajo, (terminales automotrices electrodomésticos, etc.).
- Equipos estratégicos o de servicios, (aeropuertos, organismos de estado, firmas de servicio, etc.).

El trabajo por turnos tiene consecuencias que van desde problemas de adaptación hasta estados de malestar. La persona que trabaja por turnos generalmente tiene problemas digestivos y circulatorios, problemas de apetito, insomnio, pérdida de rendimiento, problemas sexuales, etc., ocasionados por el cambio de ritmo de vida y de las relaciones sociales preexistentes.

En el capítulo 3 se planteó la existencia del ritmo diario. Hay demostraciones el trabajo nocturno prolongado no revierte en forma total el desarrollo de las funciones fisiológicas. Sin embargo, la adaptación al ritmo de vida diario se induce, pero la constancia de los indicadores del desarrollo temporal (posición del Sol), que se representan en noche, día, horario de comidas y otras acciones y costumbres culturales diarias, no se efectúan correctamente. Por otro lado, se tiene que la recuperación biológica a través del sueño diurno tiene un valor cuantitativo y cualitativo distinto con respecto al normal descanso nocturno.

Como consecuencia de los efectos negativos del trabajo por turnos o nocturno, es que se trata constantemente de encontrar un mejor esquema de turnos y/o reducción de los efectos que alteran el estado de salud del individuo. Daniel Sorrentino dice "fisiológicamente, el trabajo de noche produce cambios que llevan al dolor muscular, agotamiento, insomnio; socialmente, a la falta y pérdida de relaciones por el modo inverso de vivir, y psicológicamente, se llega al disconformismo laboral, una persona puede llegar a odiar el trabajo".<sup>1</sup>

REFA plantea según los criterios de Knauth y otros, (1976):

- Evitar la reducción de sueño.

- Conservar suficiente tiempo libre.
- Disminución del aislamiento social de los trabajadores nocturnos.

De acuerdo a lo expuesto damos las siguientes recomendaciones para la conformación de trabajos por turnos:

- Limitar la cantidad de turnos nocturnos consecutivos
- Otorgar francos que por lo menos tengan una duración de 24 hs., después de un período de turno nocturno.
- Los planes de rotación de turnos deben contemplar períodos de descanso de cuatro días, (fines de semana largos).
- La cantidad de días libres por año debe ser por lo menos igual a la de los trabajadores diurnos
- Evitar jornadas laborales de más de ocho horas de duración.

Muchas de las recomendaciones citadas anteriormente no se siguen por las restricciones que imponen las empresas, siendo la mayoría de las restricciones medidas dadas para mejorar la rentabilidad de la empresa, y en segundo lugar tradiciones que no se estudiaron sus efectos sobre el hombre.

Con el fin de no afectar la rentabilidad de las empresas y no perjudicar a la salud del hombre se recomienda tomar las siguientes medidas organizativas:

---

<sup>1</sup> Daniel Sorrentino "Vivir al revés", Revista Noticias, 1998

- Efectuar un examen completo de aptitudes a la persona que va a efectuar tareas nocturnas, o por turno.
- Excluir de este tipo de trabajo a las personas diabéticas, las personas que posean enfermedades gástricas, que tengan hipertiroidismo (muy frecuente en el noroeste de nuestro país), y las personas que presenten desordenes psíquicos.
- Realizar controles periódicos para verificar que el personal que se encuentran trabajando por turnos o en tareas nocturnas, no comiencen a generar alguna patología que sea consecuencia de su tipo de trabajo, esto más halla de lo que marca la ley (exámenes periódicos de salud).

Para la programación y planificación de tareas que tengan que ser efectuadas en turnos o de noche, debe considerarse para la programación y planificación la disposición fisiológica según lo estudiado en el Capítulo 3 (3.3.1), respecto del ritmo circadiano. En sabido que la disposición fisiológica de noche está disminuida, y que debe compensarse con una mayor voluntad a las tareas – cuando menor es el incentivo del medio ambiente, mayor es el impulso necesario -. Por ejemplo, trabajos de vigilancia con escasos requerimientos de atención son considerados como muy esforzados en el turno nocturno dado que resulta muy difícil tener la voluntad suficiente para luchar contra la natural voluntad de descaso (dormir) y el bajo efecto estimulante de la tarea. En los trabajos como el del ejemplo anterior es aconsejable enriquecer la tarea poco estimulante con actividades adicionales más estimulantes.

Así mismo y tal como lo analizamos en la Figura 3.4 (Capítulo 3). El número de accidentes se incrementan durante el turno nocturno. En realidad, la cantidad absoluta de accidentes por hora del día de noche es muy baja, lo que se incrementa la frecuencia de accidentes por hora trabajada, debido a que las personas que trabajan de noche son muchas menos que las que lo hacen de día.

En cada caso de tarea nocturna la posibilidad de ingerir comidas livianas, (si es posible calientes) y bebidas. Además, en los casos que se pueda la empresa debe colaborar a que el hombre consiga una vivienda en donde pueda dormir de día sin ruidos molestos.

### 6.2.3.1. Sistema de trabajo por turnos

Se define como trabajo por turnos al método de organización del trabajo en el cual la cuadrilla, grupo, o equipo de colaboradores se sucede en los mismos puestos de trabajo para realizar la misma labor; trabajando cada cuadrilla, grupo o equipo cierto tiempo o "turno" con el fin de que la empresa pueda mantener la actividad durante mayor tiempo que el fijado por jornada o cada trabajador. Las principales formas de trabajo por turno son:

- **Trabajos por turnos discontinuos:** *La empresa funciona menos de 24 horas al día, con una pausa diaria y habitualmente una pausa de fin de semana, (este sistema consiste en generalmente dos turnos de trabajo y se denomina "de dos turnos").*
- **Trabajo por turno semi continuo:** *La empresa funciona las 24 horas del día, es decir, sin pausa diaria, pero con pausas en los fines de semana.*
- **Trabajo por turno continuo:** *La empresa funciona las 24 horas del día los siete días de la semana, (sin pausa diaria ni de fin de semana, ni tampoco los días festivos o no laborables), en ellos las cuadrillas, grupos o equipos de trabajo, se pueden asignar turnos según los siguientes criterios:*
  - 1. Turnos fijos (o permanentes):** Cada persona perteneciente a un equipo que está permanentemente asignado a un turno dado (es de uso común en el sistema discontinuo o de dos turnos).
  - 2. Rotación o alternancia de dos turnos:** Cada colaborador pertenece a un equipo que alterna dos turnos de trabajo o hace una rotación entre los turnos de la mañana, de la tarde y de la noche (se utiliza en las tres formas de trabajo). En este caso existen dos variantes:
    - 2.1. Frecuencia de rotación:** Los equipos pueden cambiar de turno cada semana (es el más utilizado), o en intervalos más cortos o más largos.
    - 2.2. Extensión del ciclo de rotación:** Es decir, el período para que un colaborador regrese al mismo punto y reanude la secuencia de idas de trabajo y descanso a lo largo de varias semanas; depende en un sistema de

turnos continuos, de la secuencia de la rotación y el número de equipos o cuadrillas.

Sin embargo, existen formas de variar el trabajo por turnos, como ser en el sistema de dos turnos; se puede crear un turno nocturno y otro diurno separados entre sí o dos turnos diurnos, es decir, uno al mañana seguido de uno a la tarde. Así mismo la hora de comienzo y finalización del turno y la extensión de las pausas para las comidas puede también variar o pueden tener la alternativa de crear un turno a la tarde de tiempo reducido según las necesidades particulares de cada empresa. Además, los turnos pueden ser permanentes, o alternarse según diferentes ciclos de rotación, semanal, mensual, etc.

En el sistema semi continuo, en que habitualmente hay tres turnos por día, puede haber diversos turnos por semana según se trabaje los sábados (u otro día equivalente). La frecuencia de rotación suele ser de una semana y su sentido puede retornar luego al turno de la mañana o viceversa.

Existen también varias formas del sistema continuo; la frecuencia de la rotación y la dirección de la misma, así como el número de equipos, son variables esenciales. Sus permutaciones y combinaciones posibilitan muchas modalidades de rotación, lo que permite a una empresa funcionar toda la semana ciento setenta y ocho horas con diferentes niveles de duración semanal del trabajo, diferentes modalidades de descanso y diferente número de domingos, o días laborables, libres de cada ciclo.

El sistema continuo es más complejo, más difícil de administrar, es también al que más se le imputan defectos perjudiciales sobre la salud de los colaboradores.

El hombre que trabaja en este régimen, lo hace contra el desarrollo de la disposición fisiológica del trabajo, presentando una serie de secuencias que van desde dificultades de adaptación hasta estado de malestar.

Los trabajadores por turno se quejan a menudo por trastornos digestivos y circulatorios, inapetencia, insomnio, disminución de rendimiento y otros trastornos vegetativos, ocasionados por el cambio del ritmo normal de vida y todas las relaciones sociales.

### 6.2.3.2. Efectos del trabajo por turno en el hombre

Toda variación en el horario de la actividad del hombre trae sobre él algún tipo de efecto, físico, psíquico o social (en sus relaciones sociales, familiares o comunitarias). Existen elementos de juicio para poder indicar que los trabajos por turno (nocturno, o rotativos en especial), tienen efecto sobre la salud del individuo, pero no hay hasta el momento una determinación exacta de la gravedad y extensión. Los problemas fisiológicos surgidos se imputan a la perturbación del ritmo lógico y normal del individuo; en otras palabras, produce alteraciones de las diversas partes del organismo, resultante del avance de las horas (relación día / noche).

Con respecto al ritmo circadiano, podemos decir ahora, bajo el punto de vista biológico, que la glándula pineal que efectúa la regulación de la *melatonina* (que es una hormona), secretándola durante los períodos de oscuridad, (de aquí, la relación con la actividad solar, dado que la producción es inhibida por la luz) Las manifestaciones más frecuentes se encuentran en perturbaciones del sistema digestivo, trastornos nerviosos, fatiga, irritación y perturbación del sueño (sueño irregular y agitado). Esta última queda ya en evidencia cuando el hombre realiza tareas en horario nocturno, (de hecho, el hombre es un animal de hábitos diurnos), dado que por el cambio de horario tiene dificultades para dormir el tiempo suficiente para lograr un buen descanso; este problema es mucho más grave en las tareas que se realizan en turnos rotativos que en turnos

---

<sup>1</sup> La hipótesis de Daniel Sorrentino se la pude comprobar fehacientemente en la población laboral que desarrollaba tareas nocturnas y por turnos en Subterráneos de Buenos Aires Sociedad del Estado y en su continuador de la administración de la red de subterráneos en Buenos Aires, Metrovías S.A. El alcoholismo y la drogadicción hicieron que ambas empresas debieran tomar serias medidas, llegando hasta dar de baja sectores completos para erradicar el problema.

nocturnos exclusivamente. Daniel Sorrentino (1998) <sup>2</sup> afirma que este tipo de trabajo hace que haya entre un 60 y 80% más de probabilidad de sufrir insomnio, de tendencias de tres a seis veces más a sufrir problemas gastrointestinales, de mayor propensión a jubilarse antes por razones de salud, una mayor inclinación al alcoholismo y drogas, (ver nota), y por último mayor índice de enfermedades cardiovasculares.

Muchos de los problemas de salud son producto directo de la perturbación del sueño, como por ejemplo los trastornos nerviosos y la irritabilidad. Otros asociados son agresividad, ansiedad y depresión. También puede producir en el individuo también cansancio persistente pese a descansar bien, tensión

ocular, agotamiento psíquico, mareos, dolores musculares o anquilosamiento. En algunas personas se manifiesta con trastornos gastrointestinales, náuseas, diarreas, pérdidas de apetito, gastritis, úlceras, etc.

Es necesario destacar que los efectos de las tareas por turno no son iguales en todas las personas, habiendo seres humanos en los cuales los efectos son más graves que en otros a los que solo pueden llegar a ser ligeros.

Por otra parte, muchas veces son los incentivos hacen que la persona prefiera trabajar de noche o por turnos, como por ejemplo mayor remuneración, posibilidad de trabajar sin supervisión, posibilidad de estudiar de día, la menor cantidad de horas trabajadas por las exigencias legales, poseer otro trabajo, etc.<sup>3</sup>

La edad, el estado general de salud, la capacidad de adaptarse, entre otras características individuales, influyen en las reacciones fisiológicas y en las actitudes de los trabajadores. El trabajo por turnos puede influir ocasionando problemas de salud o acentuándolos. Algunos factores que los agravan son muchos, entre ellos podemos citar, por ejemplo, la duración del trabajo, las condiciones físicas, contenido y organización del trabajo, tensión, relación con sus compañeros, presión laboral, condiciones de vivienda, transporte, vida familiar y conyugal, etc.

Como ya lo dijimos, los efectos del trabajo por turnos para la salud y sus posibles repercusiones negativas sobre la vida familiar y social son reconocidas ampliamente. Los trabajadores que trabajan por turnos tropiezan frecuentemente con la dificultad para organizar su vida familiar (horarios de comida, realización de las tareas domésticas, compras, distracción y entretenimientos, capacitación, etc.) y mantener relaciones normales (incluyendo las sexuales) con su cónyuge, sus hijos, sus padres y demás parientes.

El trabajo nocturno, el trabajo de fin de semana y el trabajo en días festivos pueden plantear problemas del tipo práctico para las actividades de la familia, en su esparcimiento o, simplemente, para estar juntos. Los cambios de turno, cuando son rotativos y trabajan ambos cónyuges, agrava la desorganización.

La perturbación de la vida social, y comunitaria puede ser grave; los contactos son amistades, la participación en eventos sociales, grupos deportivos, grupos culturales, recreativos, etc., es en el mayor de los casos totalmente irregular debiendo renunciar a menudo a la asistencia de todo tipo de actividades. Se tiene pues que todos estos elementos afectan la calidad de la vida del individuo.

Las costumbres sociales y culturales de la comunidad deben tomarse en cuenta. En nuestro país, los lazos familiares que son muy fuertes. También es importante observar las tradiciones cívicas y religiosas, las que resultan muy afectadas por este tipo de trabajo por ir contra las costumbres locales; esto trae repercusiones negativas en el seno de la familia, que el trabajador trasladadas en forma indirecta a la empresa. Por último, se deben tomar en consideración, la necesidad un transporte o servicio de transporte apropiado.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> con la caída de salario real, el número de personas que poseen más de un trabajo se ha incrementado. El resultado es que el exceso de horas de trabajo posee un bajo rendimiento, un alto índice de accidentes y una gran tendencia a la fatiga (cansancio crónico). En varias oportunidades he tenido que hacer peritajes de accidentes donde se indicaba como causa probable del hecho factores humanos, generalmente se trataba de personas que tenían doble trabajo, o exceso de horas extras a sabiendas de la dirección de la empresa, pues el admitirlo le permitía pagar bajos sueldos

<sup>4</sup> en nuestro país en los años 70 se realizó un importante trabajo sobre el tema en la empresa Hidronor, que radicó en lo expuesto aquí. Dicho trabajo consistió en la recopilación de las enfermedades que padecían las personas que trabajaban en las centrales hidroeléctricas El Chocón y Planicie Banderita, y además de sus familiares que vivían en la Villa El Chocón. También hay un estudio de Aanonsen el cual la frecuencia de aparición de abscesos estomacales e intestinales entre los trabajadores de jornada diurna y de jornada nocturna prácticamente en los años 70 no existía mientras que en la década anterior era de 7,2% para los trabajadores diurnos contra 18% para los nocturnos.

El Dr Daniel Fontana realizó la siguiente publicación traducida miércoles, 3 de marzo, de 2010 del *American Journal of Gastroenterology*, publicado online el 16 de febrero del 2010, escrita por Joene Hendry

El trabajo por turnos puede afectar varias funciones orgánicas, como el sueño o el movimiento intestinal. Ahora, un nuevo estudio indicó que también elevaría el riesgo de desarrollar el síndrome de colon irritable (SCI).

Los síntomas del SCI incluyen constipación y diarrea, dolor abdominal, calambres y distensión abdominal. Se desconoce la causa del síndrome, que afecta a uno de cada cinco estadounidenses, según los Institutos Nacionales de Salud.

Los trabajadores por turno a menudo padecen alteraciones intestinales similares a las de los pacientes con SCI, señaló en *American Journal of Gastroenterology* el equipo de la doctora Willemijntje A. Hoogerwerf, de la University of Michigan, en Ann Arbor.

La evaluación de los trastornos intestinales de 399 enfermeros, en su mayoría mujeres, demostró que el trabajo por turnos rotativos, que normalmente afecta el ritmo intestinal, "aumenta la posibilidad de desarrollar SCI", dijo Hoogerwerf a Reuters Health.

El equipo evaluó las respuestas de los enfermeros acerca de trastornos intestinales y su calidad del sueño. Los participantes no tenían otros problemas asociados con la disfunción intestinal.

En total, 214 trabajaron de día, 110 de noche y 75 rotaron en turnos diurnos y nocturnos. Los que cumplieron el turno noche y horarios rotativos eran más jóvenes y tenían menos experiencia que los que trabajaban de día (entre 11 y 13 años versus 20 años de antigüedad).

El 48 por ciento, es decir, 36 de los empleados de turnos rotativos, tenían síntomas de SCI. Lo mismo ocurrió con el 40 por ciento (44) de los que trabajaban de noche.

En cambio, el 31 por ciento (66) de los que trabajaron de día tenían esos síntomas. Las cifras fueron más altas que lo esperado en la población general.

Además, los enfermeros con SCI tenían problemas para dormir y sufrían somnolencia diurna, independientemente de cuál era su turno laboral.

Pero los horarios rotativos se mantuvieron significativamente asociados con el SCI aún tras considerar la calidad del sueño, la edad, el género, la experiencia y los años trabajados de noche o por turnos rotativos.

Los enfermeros que trabajaban de noche y con turnos rotativos eran también más propensos a sentir dolor o malestar abdominal que los que trabajaban de día.

Hoogerwerf planteó que el SCI podría deberse a "un trastorno del ritmo biológico intestinal". Para probarlo, el equipo asegura que se necesitan más estudios.

En tanto, la autora recomienda que los trabajadores por turnos y con síntomas de SCI consulten al médico "sobre el efecto potencial" de sus horarios laborales en ese trastorno.

### **6.2.3.3. Mejoras de los colaboradores en tareas por turnos**

Por la variedad y complejidad de los problemas que se pueden generar en los trabajos por turnos, se deben adoptar medidas para paliar los efectos adversos y mejorar la situación de los que llevan a cabo las tareas laborales en tales circunstancias. Hay que tomar medidas tales como mejorar la organización del trabajo por turnos, mejorar las condiciones de vida y de trabajo, además de analizar el problema de transporte.

Cada uno de los tres sistemas de trabajo por turnos y sus variantes tienen ventajas y desventajas. Por lo tanto, la elección de un sistema de trabajo por turnos en una empresa debe ser el resultado de una profunda y meticulosa evaluación de los factores y las soluciones factibles y de las costumbres del personal afectado. Cuando se da a elegir a los colaboradores, estos optan por el sistema que conocen mejor; cualquier adaptación o cambio suele ser tomada con desconfianza. Sin embargo, la concepción y aplicación de un sistema de trabajo por turnos con la combinación más favorable de ventajas y desventajas - brindan considerables posibilidades de aumentar la eficiencia de la empresa y reducir los efectos adversos de este tipo de sistema.

El sistema de dos turnos es el más sencillo de aplicar, es el que ofrece mayor flexibilidad y el que acarrea menos inconvenientes, el sistema continuo es el que permite la máxima producción y la plena

utilización de la capacidad instalada, pero es el más difícil de administrar, el más negativo para los trabajadores es el sistema semicontinuo.

En el *sistema de dos turnos*, la principal opción está entre turno fijo y turnos alternos. Los turnos fijos eliminan el problema del ajuste necesario cada vez que se rota el turno, pero obliga a que haya personas permanentemente asignadas a turno tarde y a turno noche, de todas maneras, siempre hay alguien que prefiere estar alternativamente. El problema se resuelve si se da a los trabajadores cuando sea factible - de elegir el turno de su preferencia, si no se resuelve de esta manera, se deberá considerar la antigüedad en el puesto o en la empresa para que el colaborador pueda pedir el cambio de turno asignado.

Cuando se trabaja con sistema de *turnos semicontinuos*, nos encontramos con el problema de la frecuencia de los cambios. En estos casos es preferible tener una rotación muy lenta con periodos de dos o más semanas en cada turno, ya que se considera que los períodos largos facilitan el ajuste biológico y permiten una mayor regularidad en la vida familiar y social. Por lo contrario, algunos especialistas que opinan que es más favorable una rotación rápida, porque reduce el periodo pasado en el turno nocturno y facilita su soportabilidad. La práctica más común es la rotación semanal, lo que no indica que esta sea la mejor.

La dirección de la rotación (turnos mañana, tarde, noche o tarde, mañana, noche), es otra variable, no posee importancia en el sistema semicontinuo, pero muchos sindicatos y especialistas opinan que el cambio ideal es noche-tarde-mañana.

En el sistema continuo de la dirección de la rotación puede depender la extensión de los períodos de descanso y que coincidan con el fin de semana o no. En el sistema continuo es importante la cantidad de equipos a utilizar. (Ver cuadros adjuntos).

Recordamos entonces cuando se desee implementar un sistema de trabajo por turno se debe tener en cuenta las preferencias y las características individuales, hasta donde sea factible. Las personas deben participar en la confección de los planes de los turnos y disfrutar de cierta flexibilidad para cambiar de turno o de equipo, lo que contribuye a disminuir tensiones y prevenir conflictos. Cuando se hace un cambio de esta índole es necesario establecer un período de prueba y mientras sea factible tener en cuenta los problemas de salud y de edad de los afectados. En algunas empresas los trabajadores que desarrollan sus tareas por turnos o en horario nocturno tienen un régimen especial de vacaciones anuales.

Se debe prohibir el trabajo nocturno o por turno a:

- Las personas con dolencias graves, por ejemplo: del corazón, del hígado, con disfunciones internas, anemia, con antecedentes de tuberculosis, diabetes, antecedentes de trastornos psíquicos, ceguera nocturna, epilepsia, no deben ser admitidos en trabajos nocturnos o rotativos. También no se deben admitir personas con antecedentes de úlcera en el estómago o duodeno, o con tendencias gastro intestinales (manifiestas con anterioridad, por razones laborales o no)
- No es recomendable la iniciación de este sistema de trabajo de personas menores de 25 años o mayores de 50 años.

## DISTINTOS SISTEMAS DE ROTACIÓN EN TRABAJOS POR TURNO

**Cuadro A:** Trabajo por turnos continuos con cuatro equipos y con un ciclo de rotación de cuatro semanas

Turno asignado	1° semana LMMJVSD	2° semana LMMJVSD	3° semana LMMJVSD	4° semana LMMJVSD
<b>Mañana</b>	aaaaaaa	bbccccc	ccccccc	ddddddd
<b>Tarde</b>	ccdddd	ddaaaaa	aabbbbb	bbccccc
<b>Noche</b>	bbbcccc	cccdddd	dddadaa	aaaabbb
<b>Día libre</b>	ddccbbb	aaddccc	bbaaddd	ccbbaaa

Los equipos *a, b, c* y *d* cambian de turno cada siete días en el ciclo de cuatro semanas; dos rotaciones van seguidas de períodos de descanso de 48 horas cada uno y la tercera de un período de descanso de 72 horas, que incluye el domingo, La duración media de la semana de trabajo es de 42 horas. - Fuente M. Maurice *Shift work* (Ginebra, OIT, 1975) -

**Cuadro B:** Trabajo por turnos continuos con cuatro equipos y con un ciclo de rotación de veinte semanas

Turno asignado	1° semana LMMJVSD	2° semana LMMJVSD	3° semana LMMJVSD	4° semana LMMJVSD
<b>Mañana</b>	aaaabb	bbccccc	cddddda	Aaaabbb
<b>Tarde</b>	ccdddd	aaaabb	bbccccc	Cddddda
<b>Noche</b>	bbbcccc	cddddda	aaaabbb	Bbcccc
<b>Día libre</b>	ddcbbaa	dccbbaa	dccbbaa	Dcbbaad

En este caso igualmente la duración media de la semana es de 72 horas. Los equipos *a, b, c* y *d* cambian de turno cada cinco días, los períodos de descanso después de los cambios son de 24 horas. Cada equipo tiene cinco domingos libres en cada ciclo. - Fuente M. Maurice *Shift work* (Ginebra, OIT, 1975) -

**Cuadro C:** Trabajo por turnos continuos con cuatro equipos y con una frecuencia irregular de rotación

Turno asignado	1° semana LMMJVSD	2° semana LMMJVSD	3° semana LMMJVSD	4° semana LMMJVSD
<b>Mañana</b>	aaddccb	Bbaaddc	ccbbaad	Ddccbba
<b>Tarde</b>	baaddc	Cbbbaad	ddccbba	Aaddccb
<b>Noche</b>	ccbbaad	Ddccbba	aaddccb	baaddc
<b>Día libre</b>	ddccbba	Aaddccb	bbaaddc	ccbbaad

Si bien algunos sistemas tienen una frecuencia de rotación constante, cada siete, seis, cinco o cuatro días, en otros la frecuencia varía como sucede con el a veces llamado sistema "continental", mostrado en este cuadro. Con arreglo a este sistema los equipos *a, b, c* y *d* cambian de turno cada dos días y a veces cada tres y los períodos de descanso son de dos o tres días. - Fuente M. Maurice *Shift work* (Ginebra, OIT, 1975) -

**Cuadro D:** sistema mixto de trabajo por turnos

Turno asignado	1° semana LMMJVSD	2° semana LMMJVSD	3° semana LMMJVSD	4° semana LMMJVSD
<b>Mañana</b>	aaaaaaa	Ggggggg	ffffff	ddddddd
	dddbbbb	Bbbeeee	eeccccc	cccaaaa
<b>Tarde</b>	ccccccc	Caaaaaa	agggggg	gffffff
	fffddd	Ddddbbb	bbbbeee	eeeeeee
<b>Noche</b>	bbeeeee	Ecccccc	ccaaaaa	aaggggg
	gggggff	Fffffdd	dddaddb	bbbbbee
<b>Día libre</b>	eebdfgg	Accbdf	gacebdd	fgaccbb etc.

Entre las posibles variantes de los sistemas mostrados en los cuadros precedentes, el sistema con siete medios equipos es particularmente interesante. Los medios equipos se denominan así porque no uno sino dos equipos trabajan en cada turno (de la mañana, de la tarde y de la noche), y cada uno de ellos tiene su ciclo de rotación. El resultado es que en cada período de 24 hs hay seis medios equipos que trabajan, mientras que el otro medio equipo descansa. El ciclo dura siete semanas y se divide en 42 días de trabajo y en 7 días de descanso.

En el ejemplo de este cuadro, los siete equipos se designan con las letras *a, b, c, d, e, f* y *g*,

Fuente M. Maurice *Shift work op cil*



## ROTACIÓN EN TRABAJOS POR TURNO

**Cuadro E:** Trabajo por turnos continuo con cuatro equipos y con rotación cada dos días (semana media de trabajo: 42 horas)

Día de la semana	Descanso	4h-12h	12h-20h	20h-4h	Descanso	4h-12h	12h-20h	20h-4h
<b>Lunes</b>	c	a	B	d	b	d	c	a
Martes	c	a	B	d	b	d	c	a
Miércoles	d	c	A	b	a	b	d	c
Jueves	d	c	A	b	a	b	d	c
Viernes	b	d	C	a	c	a	b	d
Sábado	b	d	C	a	c	a	b	d
Domingo	a	b	D	c	d	c	a	b
<b>Lunes</b>	c	a	B	d	b	d	c	a
Martes	c	a	B	d	b	d	c	a
Miércoles	d	c	A	b	a	b	d	c
Jueves	d	c	A	b	a	b	d	c
Viernes	b	d	C	a	c	a	b	d
Sábado	b	d	C	a	c	a	b	d
Domingo	a	b	D	c	d	c	a	b
<b>Lunes</b>	a	b	D	c	d	c	a	b
Martes	a	b	D	c	d	c	a	b
Miércoles	c	a	B	d	b	d	c	a
Jueves	c	a	B	d	b	d	c	a
Viernes	d	c	A	b	a	b	d	c
Sábado	d	c	A	b	a	b	d	c
Domingo	b	d	C	a	c	a	b	d
<b>Lunes</b>	a	b	D	c	d	c	a	b
Martes	a	b	D	c	d	c	a	b
Miércoles	c	a	B	d	b	d	c	a
Jueves	c	a	B	d	b	d	c	a
Viernes	d	c	A	b	a	b	d	c
Sábado	d	c	A	b	a	b	d	c
Domingo	d	c	A	b	a	b	d	c

La duración del ciclo completo es de ocho semanas: a cada equipo (a, b, c o d) le lleva ocho días volver al mismo turno, y ocho semanas para volver al mismo turno el mismo día de la semana. El orden de los turnos y la frecuencia de los cambios son los siguientes: dos turnos de mañana, dos de tarde, dos de noche y dos días de descanso. Con este sistema se tienen dos domingos libres cada ocho semanas, acompañados uno de un sábado y otro de un lunes.

Fuente M. Maurice *Shift work* (Ginebra, OIT, 1975)

## TRABAJOS EN TURNOS CONTINUOS

**Cuadro F:** Trabajo por turnos continuo con cuatro equipos y con rotación cada tres días, y luego, cada dos días (semana media de trabajo: 42 horas)

Día de la semana	Descanso	4h-12h	12h-20h	20h-4h
<b>Lunes</b>	b	A	d	c
Martes	b	A	d	c
Miércoles	c	B	a	d
Jueves	c	B	a	d
Viernes	d	C	b	a
Sábado	d	C	b	a
Domingo	d	C	b	a
	a	D	c	b
<b>Lunes</b>	a	D	c	b
Martes	a	D	c	b
Miércoles	b	A	d	c
Jueves	b	A	d	c
Viernes	c	B	a	d
Sábado	c	B	a	d
Domingo	c	B	a	d
	d	C	b	a
<b>Lunes</b>	d	C	b	a
Martes	d	C	b	a
Miércoles	a	D	c	b
Jueves	a	D	c	b
Viernes	b	A	d	c
Sábado	b	A	d	c
Domingo	b	A	d	c
	c	B	a	d
<b>Lunes</b>	c	B	a	d
Martes	c	B	a	d
Miércoles	d	C	b	a
Jueves	d	C	b	a
Viernes	a	D	c	b
Sábado	a	D	c	b
Domingo	a	D	c	b

La duración del ciclo completo es de 28 días, cada equipo (a, b, c y d) tiene un domingo libre cada cuatro semanas. Se cambia de turno una vez después de dos días, una segunda vez después de dos días y luego después de tres días. Por último, tres días de descanso completan el ciclo.

Fuente M. Maurice *Shift work op. Cil.*

## TRABAJOS EN TURNOS CONTINUOS

**Cuadro G:** Trabajo por turnos continuo con cuatro equipos y con rotación cada cuatro días (semana media de trabajo: 47 horas)

Día de la semana	Descanso	4h-12h	12h-20h	20h-4h	Descanso	4h-12h	12h-20h	20h-4h
<i>Lunes</i>	d	a	C	b	b	a	d	c
Martes	c	a	D	b	a	b	d	c
Miércoles	b	a	D	c	d	b	a	c
Jueves	b	a	D	c	c	b	a	d
Viernes	a	b	D	c	c	b	a	d
Sábado	d	b	A	c	d	c	a	d
Domingo	c	b	A	d	a	c	b	d
	c	b	A	d	d	c	b	a
<i>Lunes</i>								
Martes	b	c	A	d	d	c	b	a
Miércoles	a	c	B	d	c	d	b	a
Jueves	d	c	B	a	b	d	c	a
Viernes	d	c	B	a	a	d	c	b
Sábado	c	d	B	a	a	d	c	b
Domingo	b	d	C	a	d	a	c	b
	a	d	C	b	c	a	d	b
<i>Lunes</i>								
Martes	a	d	C	b	b	a	d	c
Miércoles	d	a	C	b	b	a	d	c
Jueves	c	a	D	b	a	b	d	c
Viernes	b	a	D	c	d	b	a	c
Sábado	b	a	D	c	c	b	a	d
Domingo	a	b	D	c	c	b	a	d
	d	b	A	c	b	c	a	d
<i>Lunes</i>								
Martes	c	b	A	d	a	c	b	d
Miércoles	c	b	A	d	d	c	b	a
Jueves	c	a	D	b	a	b	d	c
Viernes	b	a	D	c	d	b	a	c
Sábado	b	a	D	c	c	b	a	d
Domingo	a	b	D	c	c	b	a	d
	d	b	A	c	b	c	a	d
<i>Lunes</i>								
Martes	c	b	A	d	a	c	b	d
Miércoles	c	b	A	d	d	c	b	a
Jueves	b	c	A	d	d	c	b	a
Viernes	a	c	B	d	c	d	b	a
Sábado	d	c	B	a	b	d	c	a
Domingo	d	c	B	a	a	d	c	b
	c	d	B	a	a	d	c	b
<i>Lunes</i>								
Martes	b	d	C	a	d	a	c	b
Miércoles	a	d	C	b	c	a	d	b
Jueves	a	d	C	b	b	a	d	c
Viernes	d	a	C	b	b	a	d	c
Sábado	c	a	D	b	a	b	d	c
Domingo	b	a	D	c	d	b	a	c

La duración del ciclo completo es de 16 semanas: a cada equipo (a, b, c o d) tiene cuatro domingos libres por cada ciclo, el último precedido por un sábado libre. El orden de los turnos es el siguiente: cuatro turnos de mañana, un día de descanso, cuatro turnos de tarde, un día de descanso, cuatro turnos de noche, dos días de descanso.

Fuente M. Maurice *Shift work op. Cil.*

## TRABAJOS EN TURNOS CONTINUOS

**Cuadro H:** Trabajo por turnos continuos con cuatro equipos y una semana media de trabajo de 40 horas.

Orden de las semanas	<i>Días de la semana</i>							Número de turnos trabajados
	L	M	M	J	V	S	D	
1	-	M	M	T	T	N	N	6
2	-	-	-	M	M	T	T	4
3	N	N	-	-	-	M	M	4
4	T	T	N	N	-	-	-	4
5	M	M	T	T	N	N	-	6
6	-	-	M	M	T	T	N	5
7	N	-	-	-	M	M	T	4
8	T	N	N	-	-	-	M	4
9	M	T	T	N	N	-	-	5
10	-	M	M	T	T	N	N	6
11	N	-	-	M	M	T	T	5
12	T	N	N	-	-	M	M	5
13	M	T	T	N	N	-	-	5
14	-	M	M	T	T	N	N	6
15	N	-	-	M	M	T	T	5
16	T	N	N	-	-	M	M	5
17	M	T	T	N	N	-	-	5
18	-	M	M	T	T	N	N	6
19	N	-	-	M	M	T	T	5
20	T	N	N	-	-	M	M	5
21	M	T	T	N	N	-	-	5

Total:

105

Promedio: 5

Este sistema ofrece la ventaja de 40 horas de trabajo por semanas para cada equipo, tiene un ciclo de 21 semanas. El ciclo que se indica en el cuadro es el del trabajador N° 1 que comienza en la semana N° 1.

Turnos:

M = mañana (6hs-14hs)

T = tarde (14hs-22hs)

N = noche (22hs-6hs).

Fuente M. Maurice *Shift work op. Cil.*

## SISTEMAS MIXTOS DE TRABAJO POR TURNO

Cuadro 1. Sistema mixto de trabajo por turnos continuo con cuatro equipos (tres rotativos y uno fijo)

	4	13 h	22 h 30	4	13 h	22 h 30	4	13 h	22 h 30	4	13 h	22 h 30	4	14 h	15 h 30
1 37 horas															
2 32 horas															
3 36 horas															
4 27 h 30															

Ciclo de rotación: 3 semanas

Duración semanal del trabajo para los equipos rotativos: entre 32 y 37 horas, o sea un promedio de 35 horas por semana para cada período de tres semanas; duración semanal del trabajo para el equipo de noche: 27h 30.

Este sistema se adoptó en la fábrica Gillette-France de Anney para posibilitar un estudio preliminar realizado por el servicio médico v el departamento de personal. con la participación de los trabajadores. Es interesante sobre todo

Además de lo establecido por la OIT hay estudios hechos por Graf en 1955 sobre el trabajo continuo donde establecía una serie de planes de rotaciones

**Turnos de semana y frecuencia / año (Graf, 1955)**

LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
N	F	M	T	N	F	R
F	M	T	N	F	M	M
M	T	N	F	M	T	T
T	N	F	M	T	N	N

Donde:

- M: Turno Mañana – 6 a 14 Hs.
- T: “ Tarde - 14 a 22 Hs.
- N: “ Noche - 22 a 6 Hs.
- F: Feriado

**Turnos de fin de semana y frecuencia / año**

SABADOS	DOMINGO	LUNES	FRECUENCIA / AÑO
F	F	F	13
M	M	M	13
T	T	T	13
N	N	N	13

**Número de días libres**

DÍAS DE LA SEMANA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	SAB+DOM	SAB+DOM+LUN
6-6 Hs	N	13	13	13	13	13	13	-----	13

Plan de turnos para trabajo continuo, cuatro grupos de trabajo, semana laboral de 42 horas.

**Sistema de turnos 2-2-2**

1° Semana	2° Semana	3° Semana	4° semana
<b>L M M J V S D</b>	<b>L M N J V S D</b>	<b>L M M J V S D</b>	<b>L M M J V S D</b>
MM T T N N F	F M M T T N N	F F M M T T N	N F F M M T T
5° Semana	6° Semana	7° Semana	8° semana
<b>L M M J V S D</b>	<b>L M N J V S D</b>	<b>L M M J V S D</b>	<b>L M M J V S D</b>
N N F F M M T	T N N F F M M	T T N N F F M	M T T N N F F

### Sistema de turnos 2-2-3

1° Semana

2° Semana

3° Semana

4° semana

**L M M J V S D / L M M J V S D / L M M J V S D / L M M J V S D**  
**MM T T N N N F F M M T T T N N F F M M M T T N N F F F**

Los sistemas de turnos 2-2-2 y 2-2-3, para trabajos continuos, de cuatro grupos de trabajos y una semana de trabajo de 42 Hs.

El último es preferido sobre el primero, que independiente de los días de la semana, se desplaza en forma regular.

### Sistema de turnos de 12 horas para trabajo continuo, con cuatro grupos y con 42 horas de trabajo semanal

	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>	<b>D</b>
1° SEMANA	M	N	F	F	M	N	F
2° SEMANA	F	M	N	F	F	M	N
3° SEMANA	F	F	M	N	F	F	M
4° SEMANA	N	F	F	M	N	F	F

Este sistema está pensado para trabajos que demandan menor energía, para condiciones del medio ambiente más favorables

Los trabajos discontinuos solo rara vez pueden planificarse en turnos de rotación rápida. En trabajos con comodines o capacidad laboral parcial del turno se procede de la siguiente manera cuando es factible suspender un turno nocturno en semana:

TRES SISTEMAS DE TURNOS PARA TRABAJO DISCONTINUO, CON UN TURNO LIBRE EN MIERCOLES, 3 CAPACIDADES LABORABLES CON 40 HORAS DE TRABAJO SEMANAL

<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>
N	N	N	F	M	M
F	T	T	T	N	N
F	M	M	T	T	T

<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>
N	N	N	F	M	M
F	T	T	N	N	N
F	M	M	T	T	T

<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>
N	N	N	F	M	M
F	T	T	N	N	N
F	M	M	M	T	T

<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>
N	N	F	M	M	M
T	T	T	N	N	F
M	M	M	T	T	F

<u>L</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>J</u>	<u>V</u>	<u>S</u>
N	N	F	M	M	M
T	T	N	N	N	F
M	M	T	T	T	F

<u>L</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>J</u>	<u>V</u>	<u>S</u>
N	N	F	M	M	M
T	T	N	N	N	F
M	M	M	T	T	F

#### 6.2.4. Mejora de las condiciones de vida

Es importante, procurar reducir en todo lo posible los efectos contraproducente del trabajo por turnos, es decir hay que mejorar las condiciones de trabajo y por ello la de vida, tomando por ejemplo medidas como las siguientes:

- Reducir la duración normal de la semana laboral, (se puede justificar con una mayor productividad).
- Fijar pausas adecuadas para las comidas y para los demás descansos, durante el tiempo de trabajo.
- Organizar servicios de transporte adecuados, cuando los servicios locales a tal fin no se adecuan a los horarios de entrada y/o salida del personal. Esto ocurre a menudo en zonas alejadas de los conos urbanos, en donde la empresa tiene que proporcionar medios de transporte con el fin de reducir el tiempo de desplazamiento y disminuir el cansancio.
- Establecer comedores u otros servicios de comidas calientes, refrigerios y bebidas.
- Proporcionar lugares adecuados de descanso y esparcimiento durante las pausas.
- Informar y asesoramiento a los trabajadores con respecto a los hábitos de alimentación, necesidades de descanso, condiciones que facilitan el sueño, como prevenir los trastornos de salud y todo lo concerniente al trabajo por turnos.
- Proveer o facilitar el hacer actividades recreativas para satisfacer las necesidades de los trabajadores.
- Es muy común la practica de pagar suplementos por el trabajo por turnos, esto no debe ser considerado como una mejora de la organización del trabajo ni de las condiciones de vida, por el contrario es un incentivo que ante bajos sueldos por necesidad obliga a las personas a grandes sacrificios en desmedro de la salud física y mental.



## **BIBLIOGRAFIA, del capítulo 6**

Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnung

Studie von Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. Helmut

Krueger, Prof. Dr. med. Wolf Müller-Limmroth.

Arbeiten mit den Bildschirmarbeitern richtig.

Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnung

Studie von Prof. Dr. med. Theodor Hettinger, bearbeitet von Dipl. Ing Bernd

Hahn

Schwere Lasten – leicht gehoben (1991)

Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnung

Studie von Prof. Dr. med. Wolf Müller-Limmroth, bearbeitet von Dr. Reinhard

Schug.

Arbeit und Stress. (1990)

ECMA (European Computer Manufacturers Association

-Ergonomics Recommendations for VDU Work Places TR/22

March 1984

-Visual Displays Health Aspects TR/33

December 1985

-Ergonomics- Requirements for non-CRT Visual Display Units

June 1989

Dr Fontana, Daniel Director Técnico de + Prevención Artículos publicados por Internet

Grandjean E.: Physiologische Arbeitsgestaltung (1991)

Joene Hendry, American Journal of Gastroenterology, publicado online el 16 de febrero del 2010

Kellermann, F. Th.; P. A. Van Wely; P. A. Van Willerms:

"Vademecum, Ergonomics in industry." (1963).

Knaut, Peter – Ruteneranz. Taschenbuch der Arbeitsgestaltung. Verlag J P Bachem

Köln 1977.

Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e V. Köln (Nº 75 juni 78)

Landan, K.: Auswirkungen der Mikroelektronik aus arbeitswissenschaftlicher Sicht.

In REFA Nachrichten, (1980)

Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. Beuth Verlag GmbH, Berlin – Köln

(1992)

Mc Kornick, Ernest J.: "Elementos de Ergonomia"., Editorial Gustavo Gil S.A. Barcelona (1980).

Müller, Bernd H. Ergonomir – Bestandteil der Sicherheits – wissenschaft. Beuth Verlag GmbH. Berlin – Köln. (1992)

O.I.T.: Informe de la 228.a Reunión (noviembre 1984)

Comisión de Industria Química-Decima Reunión  
Ginebra 1988

Parro, Nereo R.: Elementos de Ergonomía, (Sistema hombre máquina), Universidad de Buenos Aires, 1967).

Poza, José de la, Seguridad e Higiene Profesional. Editorial Paraninfo S.A. Madrid 1990

REFA: "Módulo 1" Tema 4, (Ergonomía)  
Fundación REFA de Argentina, Buenos Aires 1985-90

Rohmert, W. Grundlagen der technischen Arbeitsgestaltung."(1981)

Schmidke, H.: "Lehrbuch der Ergonomie 2. Auflage, Carl Hanser Verlag", München-Vien, (1981).

Schnauber Zerlett Beanspruchungs-messmethoden. Verlag TÜV Rheinland Dortmund (1981)

Sorrentino Trabajo nocturno. Vivir al revés Revista Noticias 1998.

UGT de España: Informe

## **CAPITULO 6**

### **INDICE**

- 6. CANSANCIO Y DESCANSO**
  - 6. 1. CANSANCIO Y ESTADOS SIMILARES AL CANSANCIO**
  - 6. 2. ORGANIZACION TEMPORAL DEL TRABAJO**
  - 6. 2. 1. REGLAMENTAR EL TIEMPO DE TRABAJO**
  - 6. 2. 2. PAUSAS DE DESCANSO**
  - 6. 2. 3. TRABAJO POR TURNO Y TRABAJO NOCTURNO**
  - 6. 2. 3. 1. SISTEMA DE TRABAJO POR TURNO**
  - 6. 2. 3. 2. EFECTOS DEL TRABAJO POR TURNO EN EL HOMBRE**
  - 6. 2. 3. 3. MEJORAS EN LOS COLABORADORES EN TAREAS POR TURNO**
  - 6. 2. 4. MEJORA DE LAS CONDICIONES DE VIDA**
- BIBLIOGRAFÍA**

## Ergonomía aplicada A la evaluación de los puestos de trabajo (Fabriles)

---

### 7.1. Introducción

Uno de los problemas que se presenta en las empresas es cómo detectar los puestos de trabajo que generan enfermedades profesionales. Por lo general, estas enfermedades son de desarrollo lento y casi siempre irreversible y se detectan cuando la lesión lleva mucho tiempo. Debido a que normalmente hay rotación y cambio de los lugares de trabajo se torna muy difícil conocer cual fue el disparador del problema. Dado que esto último impide un seguimiento adecuado a través de los exámenes periódicos, los controles se hacen sobre los riesgos expuestos en el último año y no sobre los acumulados; asimismo, si la persona tiene un segundo trabajo se ignoran los efectos combinados o potenciados.

Por estas razones, en la actualidad, muchas empresas inician un estudio ergonómico de los puestos de trabajo para saber si sus colaboradores se encuentran trabajando dentro del rango de la soportabilidad, y sí en el transcurso del tiempo sufrirán una enfermedad profesional como consecuencia de las tareas desarrolladas. El estudio es tomado en forma profunda por los especialistas en Higiene y Seguridad en el Trabajo y por los especialistas en Estudio del Trabajo. El IRAM observó la importancia de este problema al emitir sus normas 3800 y 3801 --Seguridad y Salud Ocupacional (SySO)-- y otorga suma importancia a la aplicación de la Ergonomía en la concepción de los puestos de trabajo; en el año 2003 remarca esta postura al dictar la norma 3753 --Requisitos del puesto de trabajo y exigencias posturales para tareas de oficina con pantallas de visualización de datos (PVP)--.

Como resulta evidente, el interés en efectuar estos estudios llega a ser primordial para los técnicos de las Aseguradoras de Riesgo del Trabajo (ART). La Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) los considera fundamental y así lo demuestra la Resolución 295/2003 emitida por el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTSS), que en su Anexo I toma por primera vez el problema en forma contundente. Allí se expresa un importante concepto que revierte una idea errónea respecto a la Ergonomía, hasta ese momento consideraba como una disciplina limitada al estudio de los esfuerzos y las consideraciones biomecánicas, para indicar la interrelación entre estos últimos factores con la carga térmica positiva y negativa (antes el Decreto 351/79 no consideraba el frío como carga térmica), además de las vibraciones del cuerpo entero y de los miembros superiores, agregando también la importancia que tienen las posturas que adopta el trabajador en el desarrollo de sus tareas y en el período de desarrollo (duración).

Por tales motivos se torna importante determinar con precisión la carga a la cual está sometido el trabajador y no se conforma con la mera declaración de una actividad laboral como pesada, mediana o liviana. Un ejemplo de esto se cita en el trabajo *Ergonomía avanzado especial* (PRODERG, Brasil):

Una investigación realizada en 1985 por Bárbara Silverstein, en la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Michigan, Estados Unidos, para su tesis de doctorado público, revela una situación bastante interesante. En la investigación se incluyó a 574 trabajadores de 6 empresas diferentes, con una edad media de 39,5 años. Estas empresas no tenían antecedentes históricos de enfermedades en forma frecuente, climas tensos, disputas con sindicatos, huelgas, etc.

El objetivo era caracterizar científicamente entre los trabajadores:

- la existencia de dolor en los miembros superiores
- el tipo de trabajo y el posible nexo causal

	Poca fuerza	Mucha fuerza	Poca fuerza	Mucha fuerza
	Baja repetitiv.	Baja repetitiv.	Alta repetitiv.	Alta repetitiv.
Hombres	%	%	%	%
General	3	12	6	25
Tensión en la nuca	2	1	0	3
Hombros	2	6	2	4
Codos / Antebrazo	0	2	0	4
Manos / Puños	0	2	5	15
Tendones en mano o puño	0	1	0	7

### Conclusiones

- La autora encontró una incidencia del 19,5%, incluso en trabajadores con bajo nivel de exigencia en sus puestos.
- Mayor incidencia entre aquellos que desarrollaban mayor fuerza y mayor repetición.

Según el Anexo I de la Resolución 295/ 2003 de MTSS "se reconocen los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo como un problema importante de salud laboral que puede gestionarse utilizando un programa de Ergonomía para la salud y la seguridad. El término de trastornos musculoesqueléticos se refiere a los trastornos musculares crónicos, a los tendones y alteraciones en los nervios causados por los esfuerzos repetidos los movimientos rápidos, (hacer grandes fuerzas, por estrés de contacto, posturas extremas, la vibración y/o temperaturas bajas. Otros términos utilizados generalmente para designar a los trastornos musculoesqueléticos son los trastornos por trauma acumulativo, enfermedad por movimientos repetidos y daños por esfuerzos repetidos. Algunos de estos trastornos se ajustan a criterios de diagnóstico establecidos como el síndrome del túnel carpiano o la tendinitis. Otros trastornos musculoesqueléticos pueden manifestarse con dolor inespecífico. Algunos trastornos pasajeros son normales como consecuencia del trabajo y son inevitables, pero los trastornos que persisten día tras día o interfieren con las actividades del trabajo o permanecen diariamente, no deben considerarse como consecuencia aceptable del trabajo".

Actualmente en muchos países se han desarrollado métodos de evaluación de carga laboral; enumerarlos a todos es prácticamente imposible, pero cabe señalar que es improbable encontrar uno en particular que satisfaga todas las alternativas (por ejemplo, la evaluación de frecuencias de los ciclos, concentración de los movimientos, los esfuerzos, la carga térmica, los traumas acústicos, vibraciones, iluminación, etc.). Por tal motivo, toda evaluación debe realizarse a través de más de un método y cruzar los resultados de estos para obtener resultados aceptables; así también se puede apreciar en la mencionada Resolución 295/2003, la cual indica dos métodos bases para la evaluación que presentaremos posteriormente.

En EEUU, Europa, etc., las grandes industrias cuentan dentro de su estructura con un cuerpo técnico en Ergonomía organizado como un departamento dentro del plantel, o bien, cuentan con una asesoría externa. Estos cuerpos técnicos tienen como fin aplicar sus estudios no solo en las áreas de producción, sino también en las administrativas, auspiciando la mejora de la productividad, calidad y salud ocupacional. En Argentina, actualmente, esta tarea se intenta hacer a través del responsable en Higiene y Seguridad en el Trabajo de cada empresa.

Por lo tanto, la necesidad impuesta por la sociedad, la concientización creciente de las organizaciones sindicales y de los trabajadores sumada a la de las empresas Aseguradoras del Riesgo del Trabajo y a la de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo (ente gubernamental de contralor), han demostrado cuál es la verdadera acción de la Ergonomía en la prevención de higiene (enfermedades profesionales) y seguridad laboral.

La Ergonomía a través de diversos métodos y técnicas busca evaluar la capacidad del individuo, al mismo tiempo que intenta determinar la carga a la cual se lo someterá en la realización de su trabajo (se entiende por carga laboral total a la suma de todos los diferentes esfuerzos que debe realizarse en un trabajo). Esto se logra mediante la suma a los tiempos básicos de los suplementos porcentuales, como por ejemplo las necesidades personales, las pérdidas aleatorias (definidas por REFA, Verban für Arbeitsstudien e.v., como tiempos distributivos o distribuidos) y los porcentajes de descanso según razones ergonómicas. Estos adicionales no son fijos ni están tratados por convenios, sino evaluados según todos los parámetros que afectan al hombre en su actividad laboral.

Nuestro objetivo en este anexo es estudiar los problemas que se generan por excesivos esfuerzos musculares y posicionales, que provocan inestabilidad de los segmentos del cuerpo (con preponderancia en los vertebrales), y cuyo origen se encuentra en una atrofia de la musculatura lumbar y cervical. Asimismo, las sobrecargas en las articulaciones tienen como consecuencia la disminución de los espacios interarticulares por la alteración del cartílago de las mismas, lo que genera dolores, pérdida de movilidad, artritis, artrosis, etc. Por último, podemos agregar lo expresado en la Resolución 295/2003:

“La mejor forma de controlar la incidencia y la severidad de los trastornos musculoesqueléticos es con un programa de Ergonomía integrado. Las partes más importantes de este programa incluyen:

- Reconocimiento del problema.
- Evaluación de los trabajos con sospecha de posibles factores de riesgo.
- Identificación y evaluación de los factores causantes.
- Involucrar a los trabajadores bien informados como participantes activos.
- Cuidar adecuadamente la salud de los trabajadores que tengan trastornos musculoesqueléticos.

Cuando se ha identificado el riesgo de los trastornos musculoesqueléticos se deben realizar los controles de los siguientes programas generales:

- Educación de los trabajadores, supervisores, ingenieros y directores.
- Información anticipada de los síntomas por parte de los trabajadores.
- Continua vigilancia y evaluación del daño, de los datos médicos y de la salud.

Los controles para los trabajos específicos están dirigidos a los trabajos particulares asociados con los trastornos musculoesqueléticos. Entre ellos se encuentran los controles de ingeniería y administrativos. La protección individual puede estar indicada en algunas circunstancias limitadas.

Entre los controles de ingeniería para eliminar o reducir los factores de riesgo del trabajo, se pueden considerar los siguientes:

- Utilizar métodos de ingeniería del trabajo, por ejemplo: estudio de tiempos y análisis de movimientos, para eliminar esfuerzos y movimientos innecesarios.
- Utilizar la ayuda mecánica para eliminar o reducir el esfuerzo que requiere manejar las herramientas y objetos de trabajo.
- Seleccionar o diseñar herramientas que reduzcan el requerimiento de la fuerza, el tiempo de manejo y que mejoren las posturas.
- Proporcionar puestos de trabajo adaptables a cada usuario, que reduzcan y mejoren las posturas.
- Realizar programas de control de calidad y mantenimiento que reduzcan las fuerzas innecesarias y los esfuerzos asociados especialmente con el trabajo añadido sin utilidad.

Los controles para los trabajos específicos pueden ser controles de ingeniería y/o controles administrativos. Los primeros permiten eliminar o reducir los factores de riesgo del trabajo y los segundos disminuyen el riesgo al reducir el tiempo de exposición, compartiendo la exposición entre un grupo mayor de trabajadores.

Dentro de los controles de ingeniería se pueden considerar los siguientes:

- Utilizar métodos de ingeniería del trabajo.
- Utilizar ayuda mecánica para eliminar o reducir el esfuerzo requerido por una herramienta.
- Seleccionar o diseñar herramientas que reduzcan la fuerza y el tiempo de manejo, y que mejoren las posturas.
- Proporcionar puestos de trabajo adaptables al usuario, que permitan mejorar las posturas.
- Realizar programas de control de calidad y mantenimiento, que reduzcan fuerzas innecesarias y esfuerzos asociados con el trabajo añadido sin utilidad.

Los controles administrativos disminuyen el riesgo al reducir el tiempo de exposición, compartiendo la exposición entre un grupo mayor de trabajadores. Ejemplos de esto son los siguientes:

- Realizar pautas de trabajo que permitan a los trabajadores hacer pausas o ampliarlas lo necesario y al menos una vez por hora.
- Redistribuir los trabajos asignados (por ejemplo, utilizando la rotación entre los trabajadores o repartiendo el trabajo) de forma que un trabajador no dedique una jornada laboral entera, realizando demandas elevadas de tareas.

Dada la naturaleza compleja de los trastornos musculoesqueléticos no hay un "modelo que se ajuste a todos" para abordar la reducción de la incidencia y gravedad de los casos. Se aplican los principios siguientes como actuaciones seleccionadas:

- Los controles de ingeniería y administrativos adecuados varían entre distintas industrias y compañías.
- Es necesario un juicio profesional con conocimiento para seleccionar las medidas de control adecuadas.
- Los trastornos musculoesqueléticos (TMS) relacionados con el trabajo requieren períodos típicos de semanas a meses para la recuperación. Las medidas de control deben evaluarse en consonancia a determinar su eficacia".

## **7.2. Información previa necesaria para cada método**

Cada método de evaluación requiere de una serie de datos que son la información mínima y básica para elaborar los índices o límites. Algunos métodos calculan los esfuerzos y otros se manejan con el uso de límites preestablecidos, medidas antropométricas, etc.

### **7.2.1. Información generada por cálculo <sup>1</sup>**

Con el fin de realizar el cálculo de los esfuerzos a los que está sometida una determinada articulación del cuerpo en una tarea determinada, partimos de los datos existentes: magnitud de la/s fuerza/s, dirección de la/s misma/s, y punto/s de aplicación. Con estos datos se puede aplicar la teoría física vectorial ya sea con los simples gráficos empleados en estática gráfica o con los que presenta en el trabajo efectuado por M. Rodríguez Ron. Suponiendo que se conoce la teoría vectorial, hacemos la aclaración de que en todos

los estudios se trabaja con sistemas de fuerzas coplanares concurrentes (al punto de articulación en estudio).

Para el transporte de cargas se analizan varias alternativas, traslado de pesos con el uso de ruedas o sin ellas. Siguiendo el ejemplo propuesto por Manuel Rodríguez Ron, en el último caso expuesto la carga se lleva por deslizamiento, debiéndose tener en cuenta la fórmula siguiente para su cálculo:

$$Fr = K.N$$

Donde:

$N$  es la fuerza normal (peso - carga)

$K$  es el coeficiente de rozamiento (o de deslizamiento)

$Fr$  es la fuerza de rozamiento

Según si la carga estuviera quieta o en movimiento, que se obtiene por efecto de la fuerza de rozamiento – que depende del coeficiente de rozamiento --, dicha fuerza será estática o cinética, siendo su fuerza estática mayor que la cinética.

Cuando se desea sacar un sistema del estado de reposo, como por ejemplo el traslado de una rodadura, se sabe que ningún cuerpo rueda si no se le aplica un par que supere cierto valor.

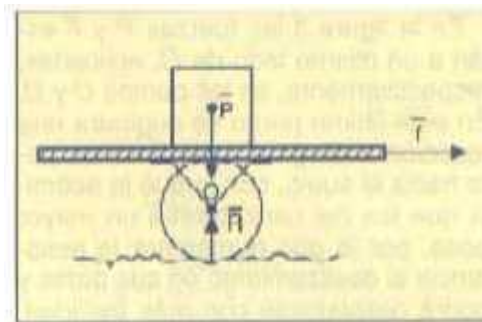
$$M = N . \delta$$

Donde:

$M$  representa al par de fuerza

$N$  es la normal

$\delta$  es el coeficiente de rodadura (tiene valor estático o cinético, según corresponda)

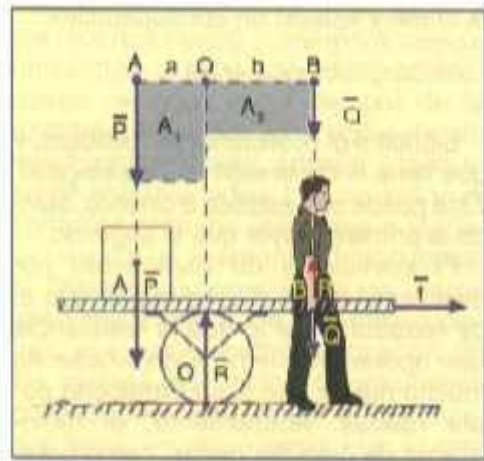


**Figura 7.1 Traslado de carga estática (Revista MAPFRE N° 83)**

En la Figura 7.1 se representa un sistema en equilibrio, donde la carga  $\bar{P}$  y la reacción  $\bar{R}$  están en equilibrio por estar alineados y opuestos (sistema nulo); si se desea mover el conjunto, se deberá aplicar una fuerza horizontal  $\bar{f}$  que sea mayor que la fuerza de resistencia a la rodadura.

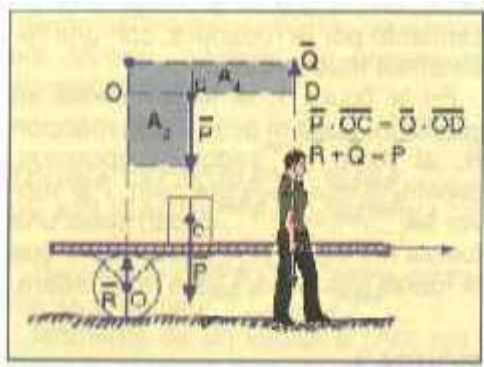
Si se desea analizar un sistema similar pero con la carga desplazada, tal como se observa en la Figura 7.2, la carga  $\bar{P}$  y la fuerza  $\bar{f}$  se encuentran en distinto lado del eje de giro (en los puntos A y B respectivamente), debiéndose aplicar en el punto B una fuerza hacia abajo para equilibrar el momento entre el punto de apoyo y la carga, lo que implica que en el individuo aparezca una reacción que afecta a su columna vertebral (produce su descompresión).





**Figura 7.2** Sistema de traslado de una carga ubicada detrás del punto de apoyo (rueda) (Revista MAPFRE 83)

Si ahora se desea analizar un sistema donde las fuerzas  $\bar{P}$  y  $\bar{F}$  se encuentren en el mismo lado de O (como un carro o una carretilla traccionada) y partiendo de que  $\bar{P}$  y  $\bar{F}$  están aplicadas en los puntos C y D, observamos que en este último punto se origina una reacción similar a la del caso anterior, pero con sentido contrario (hacia abajo). En este caso la persona agrega a su peso el peso resultante en el sistema por efecto de la carga, lo que aumenta su adherencia y permite moverse con más facilidad. De todos modos la columna vertebral se ve afectada, aunque de manera diferente, dado que la fuerza del sistema resultante sobre el individuo opera hacia abajo, haciendo que se compriman las articulaciones de la columna vertebral (Figura 7.3).

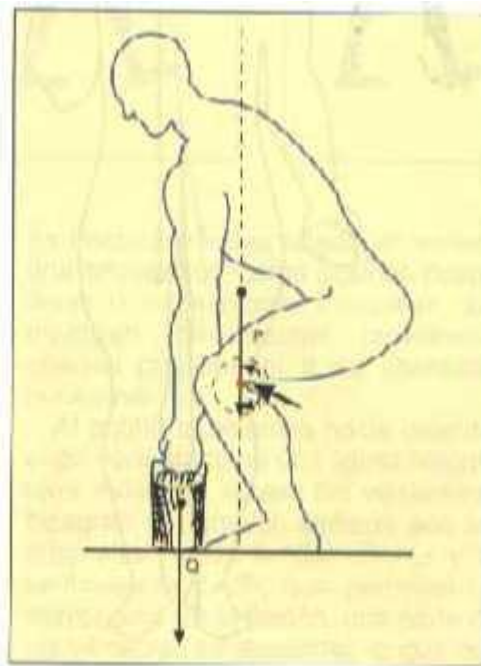


**Figura 7.3** Sistema de traslado de una carga ubicada delante del punto de apoyo (rueda) (Revista MAPFRE 83)

Cuando se analiza una situación en que la carga es llevada por una persona, el cálculo se torna menos sencillo y preciso debido a que deben estudiarse las torsiones y flexiones que afectan a la estabilidad de la columna vertebral y a otros puntos del cuerpo. Los problemas son causados por la compresión no homogénea en los discos, principalmente en la zona lumbar y dorsal (la zona cervical no recibe peso adicional al del cuerpo), que produce la erosión de las articulaciones y los cartílagos, que en el transcurso del tiempo generará artrosis, artritis, hernias de disco, etc. En la elevación de cargas se deben tener siempre presente dos conceptos básicos: la flexión de rodillas y la ubicación de la carga contra el cuerpo (Figura 7.4 y Figura 7.5).



**Figura 7.4** Levantamiento de una carga agachándose (Revista MAPRE N° 83)



**Figura 7.5** Levantamiento de una carga flexionando las rodillas (Revista MAPRE N° 83)

Pedro R. Mondelo, Enrique Gregori, Joan Blasco y Pedro Barrau (Ergonomía 3) dan el ejemplo de las fuerzas que soportaría el disco vertebral si una persona tuviera que realizar un esfuerzo como el que observamos en la Figura 7.6.

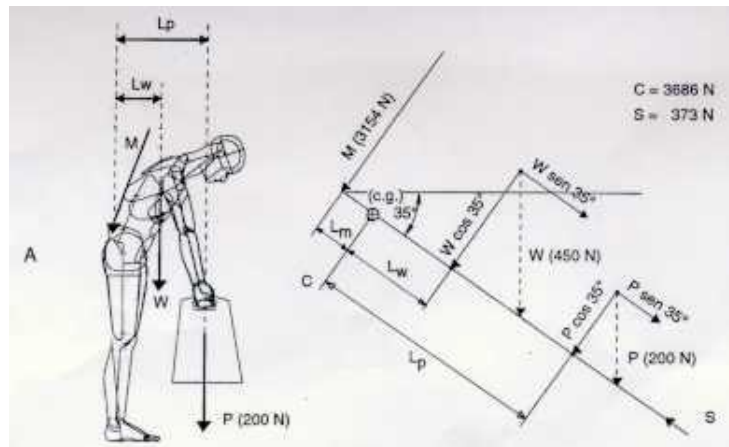


Figura 7.6 Levantamiento en posición inclinada de  $P = 200 \text{ N}$  (Mondelo, Gregori, Blasco y Barrau)

En el ejemplo propuesto por Mondelo, Gregori, Blasco y Barrau se trabaja sobre la base de de que son tres las fuerzas que actúan en la columna vertebral en el nivel lumbo-sacro:

- 1- La fuerza producida por el peso de la parte superior del cuerpo  $W = 450 \text{ N}$
- 2- La fuerza producida por el peso del objeto  $P = 200 \text{ N}$
- 3- La fuerza producida por los músculos erectos de la columna vertebral ( $M$ ) -magnitud desconocida-

Se consideran, además, dos momentos de giro ( $W \times L_w$  y  $P \times L_p$ ), que son originados por la carga y el peso del cuerpo por encima del punto en consideración (lumbo-sacro), y las distancias respectivas de las fuerzas  $W$  y  $P$  de las rectas de aplicación al punto en cuestión (lumbo-sacro).

Podemos suponer que el brazo de giro para  $P$  ( $L_p$ ) es de 40 cm, y el brazo de giro para  $W$  ( $L_w$ ) es de 25 cm. El momento de equilibrio para ( $M \times L_m$ ) está producido por ( $M$ ) y su distancia al punto en cuestión (lumbo-sacro).

Si el brazo de giro ( $L_m$ ) es de 5 cm se tiene que  $\sum M_c = 0$ , por lo tanto, tenemos:

$$M \cdot 0,05 = W \cos 35 \cdot 0,25 + P \cos 35 \cdot 0,4$$

$$M = 1/0,05 \cdot (450 \cos 35 \cdot 0,25 + 200 \cos 35 \cdot 0,4)$$

$$M = 3153,73$$

Si el disco intervertebral está inclinado  $35^\circ$ , las fuerzas  $W$  y  $P$  se pueden descomponer en una componente de compresión ( $W \cos 35^\circ$  y  $P \cos 35^\circ$  respectivamente) y en una componente de cizallamiento ( $W \sin 35^\circ$  y  $P \sin 35^\circ$  respectivamente).

La fuerza de compresión ( $C$ ) se halla con la resolución de la ecuación de equilibrio, por lo tanto:

$$\sum F_i = 0$$

$$\sum F_x \rightarrow S = W \sin 35 + P \sin 35$$

$$\sum F_y \rightarrow C = M + W \cos 35 + P \cos 35$$

$$C = 3153,73 + 450 \cos 35 + 200 \cos 35$$

$$C = 3686,18$$

La fuerza de cizallamiento (S) se determina de igual manera:

$$S = W \operatorname{sen} 35^\circ + P \operatorname{sen} 35^\circ$$

$$S = (450 \text{ N} \cdot \operatorname{sen} 35^\circ) + (200 \text{ N} \cdot \operatorname{sen} 35^\circ) = 372,82$$

La resultante sobre el disco será (R):

$$R = 3705 \text{ N}$$

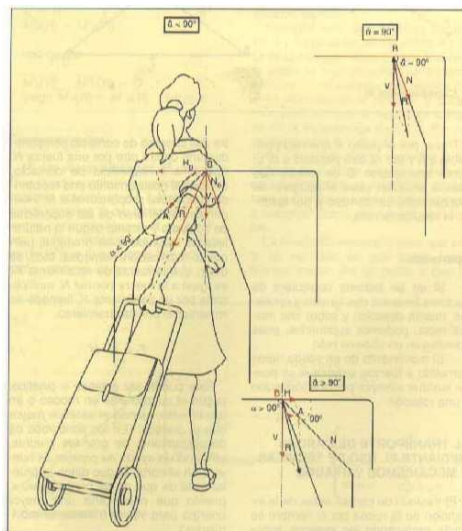
La dirección de R se determina según:

$$\operatorname{Sen} a = C/R = 3686/3705 = 0,9964$$

$$a = 84,2^\circ$$

La línea de aplicación de R forma un ángulo de  $84,2^\circ$  con la inclinación del disco. Debido a la complejidad del cálculo (que aquí hemos simplificado), por lo general se presentan los resultados en forma gráfica para *comprenderlos más fácilmente* de acuerdo con los ángulos del cuerpo y los pesos a mover.

Las Figuras 7.7, 7.8, 7.9, 7.10, 7.11, 7.12, 7.13 y 7.14 fueron extraídas del trabajo de Manuel Rodríguez Ron. En esta serie se representa en forma gráfica los efectos de las cargas sobre el cuerpo, en particular sobre la columna vertebral.



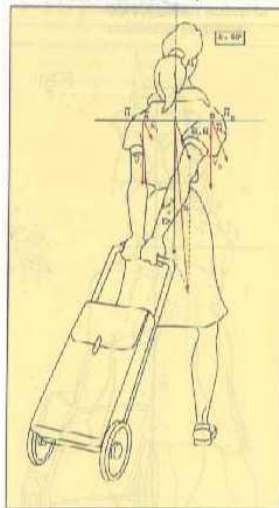
**Figura 7.7** Cuando se lleva un elemento empujándolo sobre ruedas con un brazo hacia atrás en un ángulo  $\alpha < 90^\circ$  se produce una compresión de la columna vertebral  $V_D$  y un par de torsión  $BA$ , que aumenta la erosión de las articulaciones intervertebrales. En un ángulo  $\alpha = 90^\circ$  hay compresión y en un ángulo  $\alpha > 90^\circ$  hay compresión y torsión. (Revista MAPFRE N° 83)



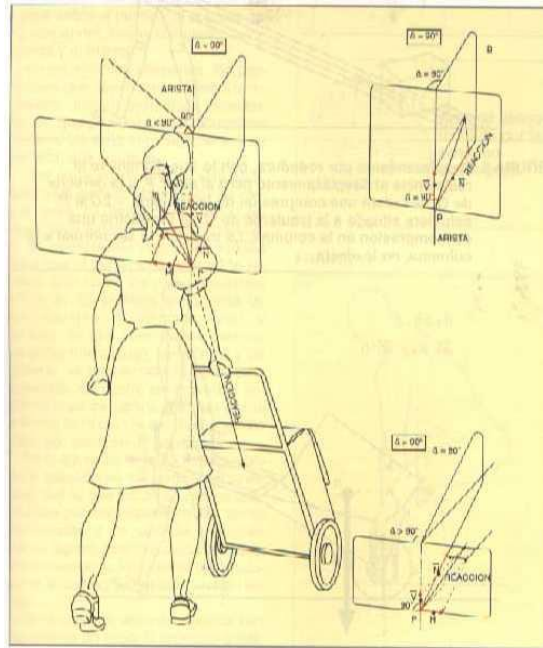
**Figura 7.8** Cuando se lleva el mismo elemento que en la Figura 7.7 pero con ambas manos en un ángulo  $\alpha < 90^\circ$  no existe torsión, pero si compresión. (Revista MAPFRE N° 83)



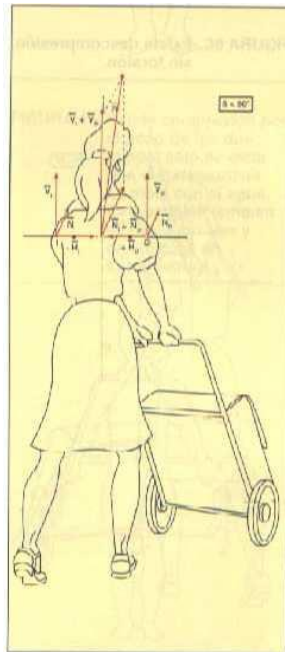
**Figura 7.9** Cuando se lleva la misma carga que en la Figura 7.8 en un ángulo  $\alpha$  igual a  $90^\circ$  se produce compresión de las articulaciones intervertebrales. (Revista MAPFRE N° 83)



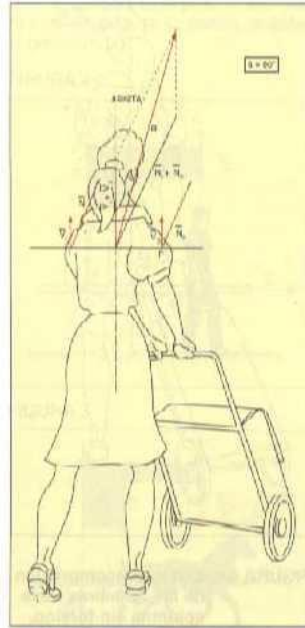
**Figura 7.10** Cuando se lleva la misma carga que en la Figura 7.8 en un ángulo mayor a  $90^\circ$  no hay compresión de las articulaciones intervertebrales. (Revista MAPFRE N° 83)



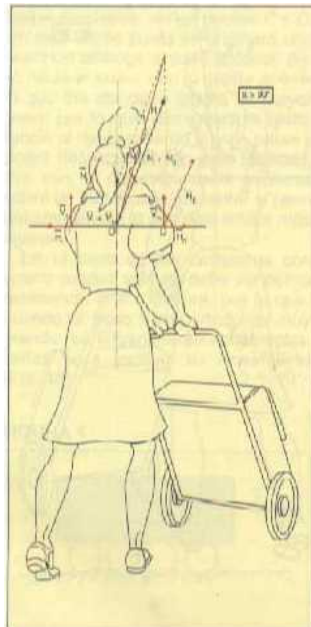
**Figura 7.11** Cuando se lleva un elemento empujándolo sobre ruedas con un brazo hacia adelante en un ángulo  $\alpha < 90^\circ$ , se produce una descompresión de la columna vertebral y un par de torsión, igual que para ángulos  $\alpha = 90^\circ$  y  $\alpha > 90^\circ$ . (Revista MAPFRE N° 83)



**Figura 7.12** cuando se lleva lo mismo que en la Figura 7.11 pero con ambas manos existe la descompresión de las articulaciones, pero sin torsión. (Revista MAPFRE N° 83)



**Figura 7.13** Cuando se lleva lo mismo que en la Figura 7.12 en un ángulo  $\alpha = 90^\circ$  se produce una descompresión de la columna vertebral, pero sin torsión. (Revista MAPFRE N° 83)

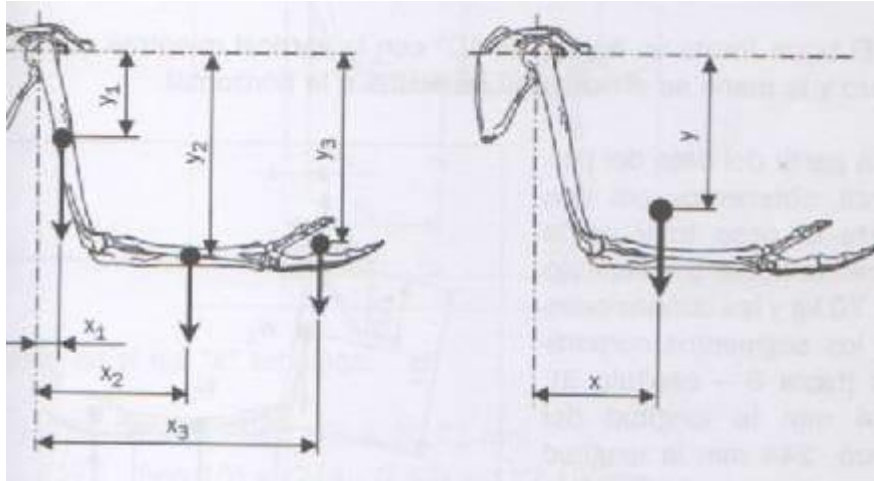


**Figura 7.14** Cuando se lleva lo mismo que en la Figura 7.12 en un ángulo  $\alpha > 90^\circ$  se produce una descompresión de la columna vertebral sin torsión. (Revista MAPFRE N° 83)

También se pueden analizar los efectos de las cargas sobre el resto del cuerpo, haciendo una división en segmentos corporales, es decir en sectores corporales definidos, para el mejor entendimiento de las partes funcionales del cuerpo.

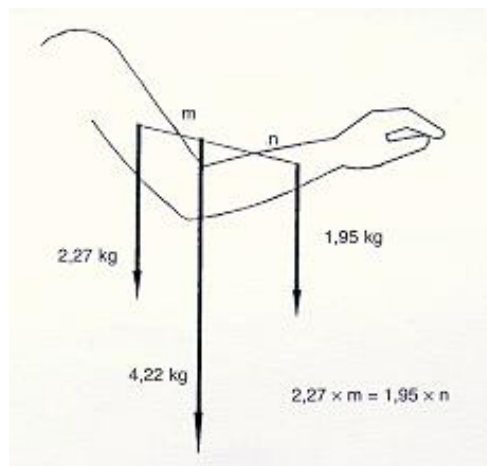
Si se aplica lo desarrollado por Dempster, se deben tener en cuenta los pesos aplicados sobre los centros de gravedad (para lo que es válido lo expuesto anteriormente). Si tomamos un brazo y lo representamos tenemos que los pesos parciales y las posiciones de los centros de gravedad con relación al punto de aplicación u origen; el centro de gravedad resultante (combinación de los tres, puede ser fácilmente calculado





**Figura 7.15 Centros de gravedad combinado del miembro superior (Manual Ergonomía y psicológica de D. González Maestre)**

Se toma como ejemplo la Figura 7.16 en la que se considera los segmentos corporales del brazo y el antebrazo, teniéndose por composición de fuerzas paralelas el peso y el centro de gravedad del mismo; lo mismo se hace con el resto de los segmentos corporales y, así, se determina el centro de gravedad de la persona en cualquier posición.

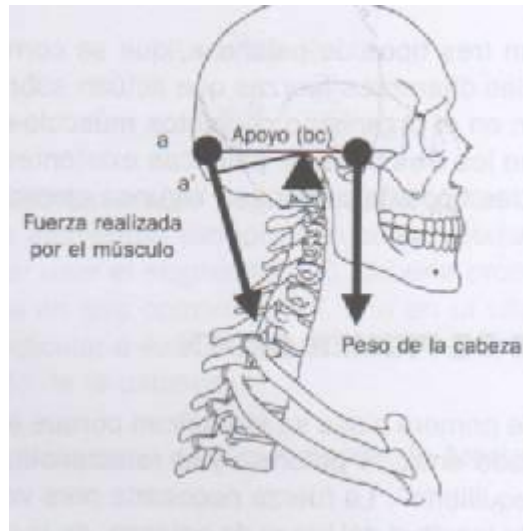


**Figura 7.16 Segmentos corporales: brazo y antebrazo (Manual de Ergonomía MAPFRE)**

Una forma sencilla para resumir el efecto de una carga sobre la columna vertebral la vemos en la Figura 7.17 (en nuestro ejemplo utilizamos una carga de 10 kg). En este caso se considera el efecto de la carga de 10 kg, sostenida con las manos en tres posiciones: contra el cuerpo, separada a 44 cm de la columna vertebral y por último distanciada a 55 cm, en las que se utiliza el principio de palancas (resolución de sistemas de fuerzas paralelas).

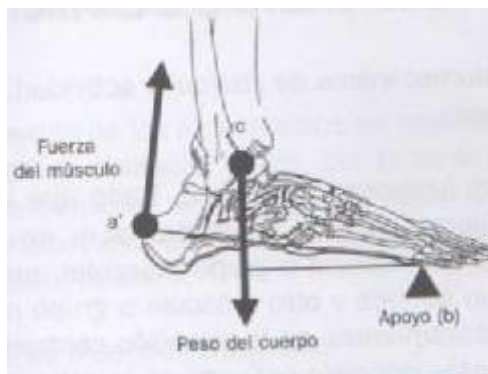
Si asociamos esto a palancas como se vio en el capítulo 4 tenemos que en el cuerpo humano se presentan muchas palancas las que podemos citar como palancas de primer orden (el punto de apoyo está entre la fuerza y la resistencia), este es el caso de la cabeza donde esta se apoya sobre la calota en el atlas y el axis, donde la fuerza está en los músculos posteriores del cuello con inserción en la nuca





**Figura 7.17 Palanca de primer orden (Manual Ergonomía y psicológica de D. González Maestre)**

En la palanca de segundo orden se tiene que la resistencia está situada entre el punto de apoyo y la fuerza, en el cuerpo humano tenemos el ejemplo de los pies

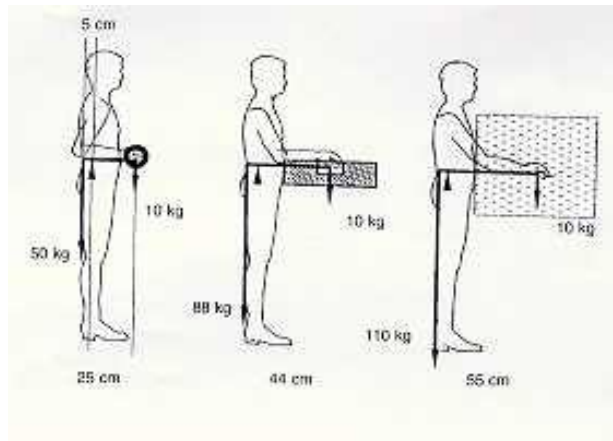


**Figura 7.18 Palanca de segundo orden (Manual Ergonomía y psicológica de D. González Maestre)**

La palanca de tercer orden se encuentra en los casos donde el punto de apoyo y la resistencia están en los extremos mientras que la fuerza está en el medio como es en el caso de l miembro superior

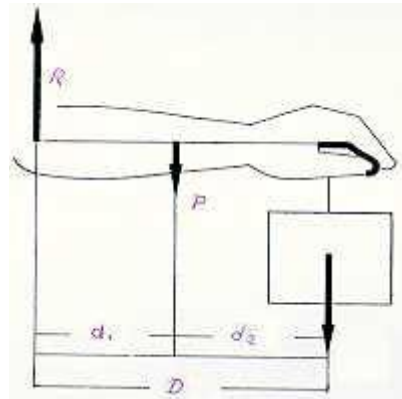


**Figura 7.19 Palanca de tercer orden (Manual Ergonomía y psicológica de D. González Maestre)**



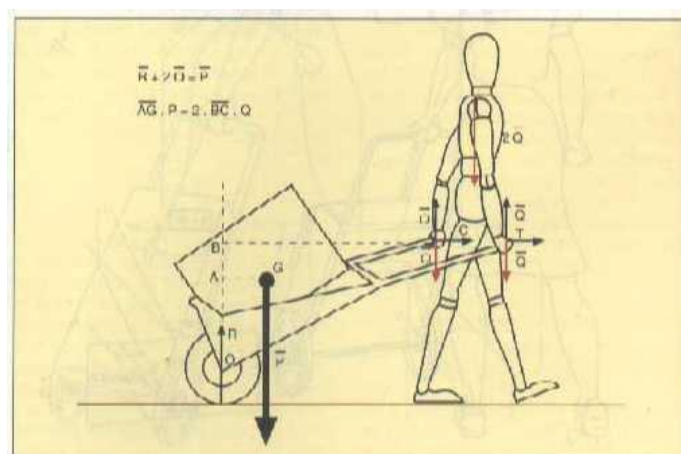
**Figura 7.20 Efecto de una carga de 10 kg a medida que se aleja del cuerpos (Manual de Ergonomía MAPFRE)**

Lo mismo aparece cuando se aplica el principio de fuerzas paralelas a un segmento corporal como el de antebrazo-mano (de un peso  $P$  que sostiene una carga  $Q$ ); así se observa en la Figura 7.21.



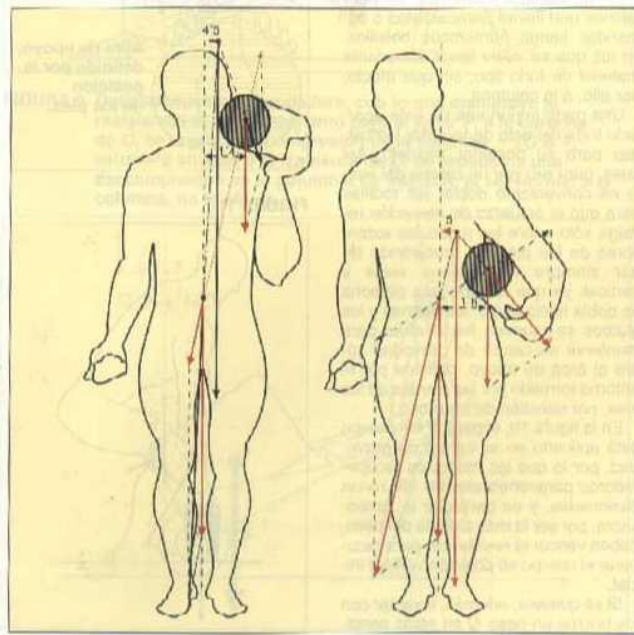
**Figura 7.21 Efecto de una carga aplicada al segmento antebrazo-mano (Manual de Ergonomía MAPFRE)**

La Figura 7.22 es uno de los ejemplos dados por Manuel Rodríguez Ron, que corresponde al análisis de una persona que lleva una carretilla (mediante tracción). En ella se aprecia el efecto sobre los puños y su traslado a la columna vertebral.

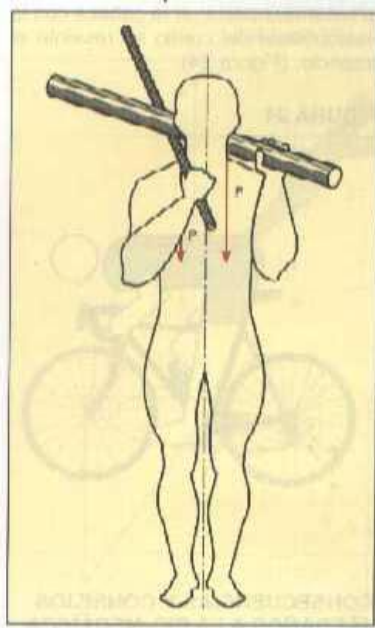


**Figura 7.22 Desplazamiento por rodadura. La resistencia al desplazamiento disminuye por estar  $\bar{P}$  a la derecha de  $\bar{O}$ , provocándose una compresión de la columna igual a  $2\bar{Q}$ . Si  $\bar{P}$  estuviera situado a la izquierda de  $\bar{O}$ , se produciría una descompresión en la columna. La tracción no afecta por resultar normal para la columna. (Revista MAPFRE N° 83)**





*Figura 7.25 Comparación del efecto sobre el cuerpo correspondiente a llevar una carga sobre un hombro o apoyada en la cadera. Si bien al llevarla sobre el hombro se disminuye el momento (par) con respecto a la carga que se lleva en la cintura (por haber menor distancia del centro de gravedad de la carga a la columna vertebral) no se disminuye la compresión sobre los discos intervertebrales. (Revista MAPRE N° 83)*



*Figura 7.26 Forma de disminuir el par equilibrando la carga con el uso de una barra (Revista MAPRE N° 83)*

## 7.2.2. Información antropométrica

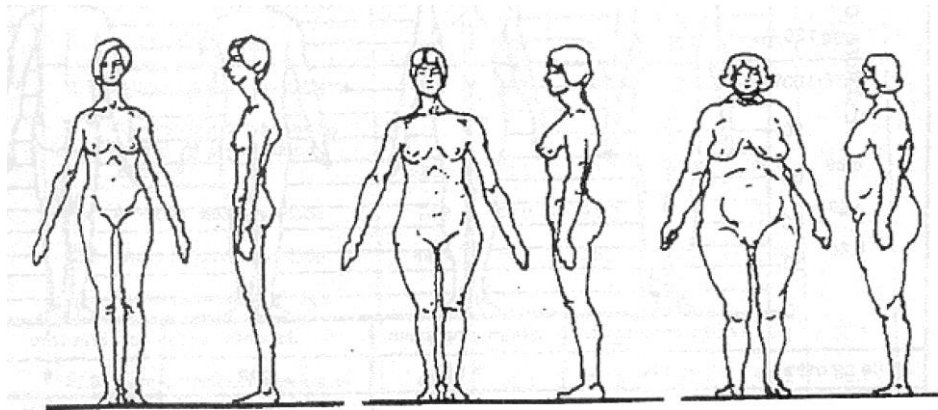
L información antropométrica es fundamental para los estudios ergonómicos, por ello la volveremos a tratar en este anexo dividida en Antropometría estática y Antropometría dinámica.

### 7.2.2.1 Antropometría estática

Se entiende por **Antropometría estática** a la que de forma objetiva busca una relación entre la constitución corporal del individuo en función de las medidas del proyecto de un puesto de trabajo, sin preocuparse por los movimientos

Hay varias formas de clasificar las formas antropomórficas. Algunos autores lo hacen simplemente dividiendo a las personas en dos tipos básicos: curvilíneos o longilíneos. Otras clasificaciones son mucho más complejas, por ejemplo, las sugeridas por PRODERG y por varios ergónomos de Estados Unidos y Europa, los que proponen tres grupos típicos de formas humanas fácilmente identificables por su contorno:

- 1- *Endomorfo: formas redondeadas y macizas (“forma de pera”)*
- 2- *Mesomorfo: tipo musculoso, de formas angulosas*
- 3- *Ectomorfo: cuerpo y miembros finos*



**Figura 7.27 Investigación realizada por Sheldon en 1940**

Podemos decir que dentro del tipo endomorfo se encuentran los individuos de formas redondeadas y macizas; dentro del tipo ectomorfo, los individuos de cuerpos y miembros finos (longilíneos), y entre medio de los dos grupos se ubican los del tipo mesomorfo (musculoso), de acuerdo con que se aproximen a uno u otro tipo.

Tal como se mencionó en el Capítulo 5, dentro de la Ergonomía estática se deben considerar todas las dispersiones de las poblaciones sobre la base de las diferencias geográficas, diferencias étnicas, diferencias de orden social, etc., dado que todas ellas afectan el desarrollo del individuo y producen alteraciones propias.

En la Figura 7.28 se muestran las proporciones típicas de cada grupo étnico (según Newman y White -1951- y Siqueira -1976-)

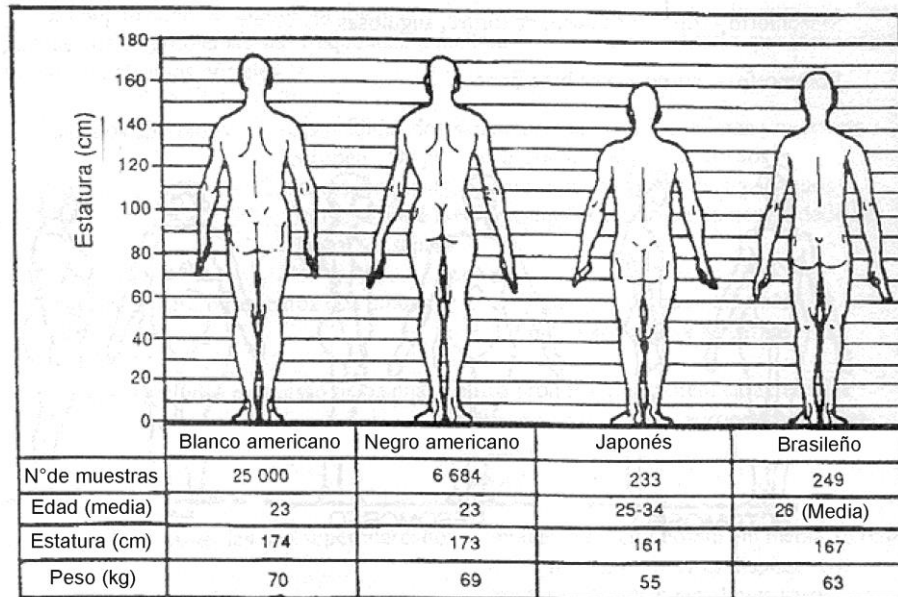


Figura 7.28 Proporciones por grupo étnico según Newman y White (1951) y Siqueira (1976)

Las recomendaciones que citamos a continuación se originan en estudios estadounidenses; su utilización debe confrontarse con resultados obtenidos de estudios antropométricos de poblaciones de raza blanca.

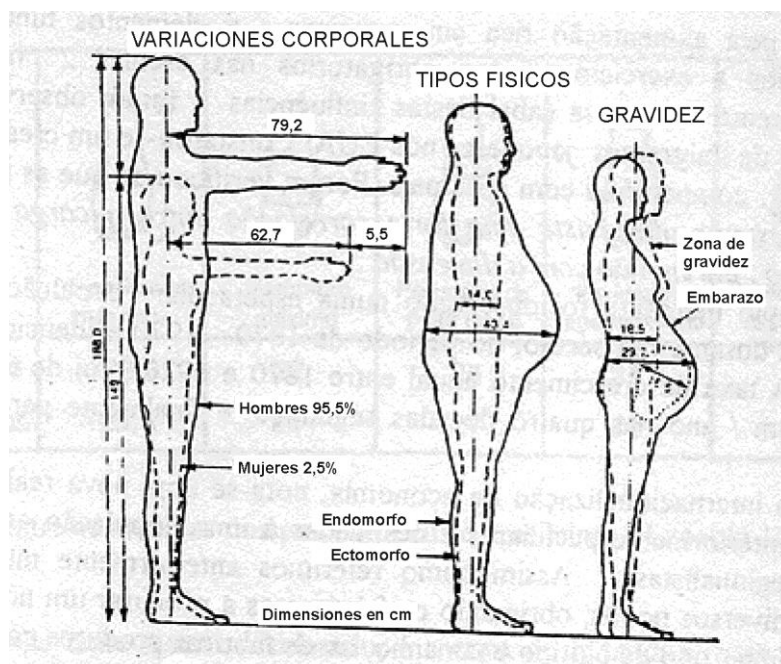


Figura 7.29 Variaciones extremas del cuerpo (Diffirent et al, 1974)

En la Figura 5.33, 5.34 y 5.35 se consideran las zonas de alcance normal y de alcance máximo, teniendo en cuenta que cuando el trabajo se realiza por encima del punto normal se flexiona el hombro, y que cuando se ejecuta una toma por encima de lo aceptable se produce una flexión del tronco.



Pedro Mondelo, Enrique Gregori, Joan Blasco y Pedro Barrau en su Ergonomía 3, "Diseño de puestos de trabajo" tratan con detenimiento este tema. Ellos, como anteriormente nosotros, aseveran que "el individuo es la medida de todas las cosas". En otro capítulo de Ergonomía 3, "Elección de herramientas", también se trata con profundidad la problemática del acople hombre- máquina (en este caso herramienta). Estas consideraciones, como todo lo referido al uso de manivelas, manoplas, manijas, etc., afectarán las decisiones en cuanto a la determinación del valor cuantitativo de las variables que toman algunos métodos de evaluación ergonómica (estudiaremos algunos más adelante). En las Figuras 7.30 y 7.31 recordamos algunos ejemplos de estos tipos.



Figura 7.30. En este caso es fundamental el espacio necesario para el encaje de la mano.

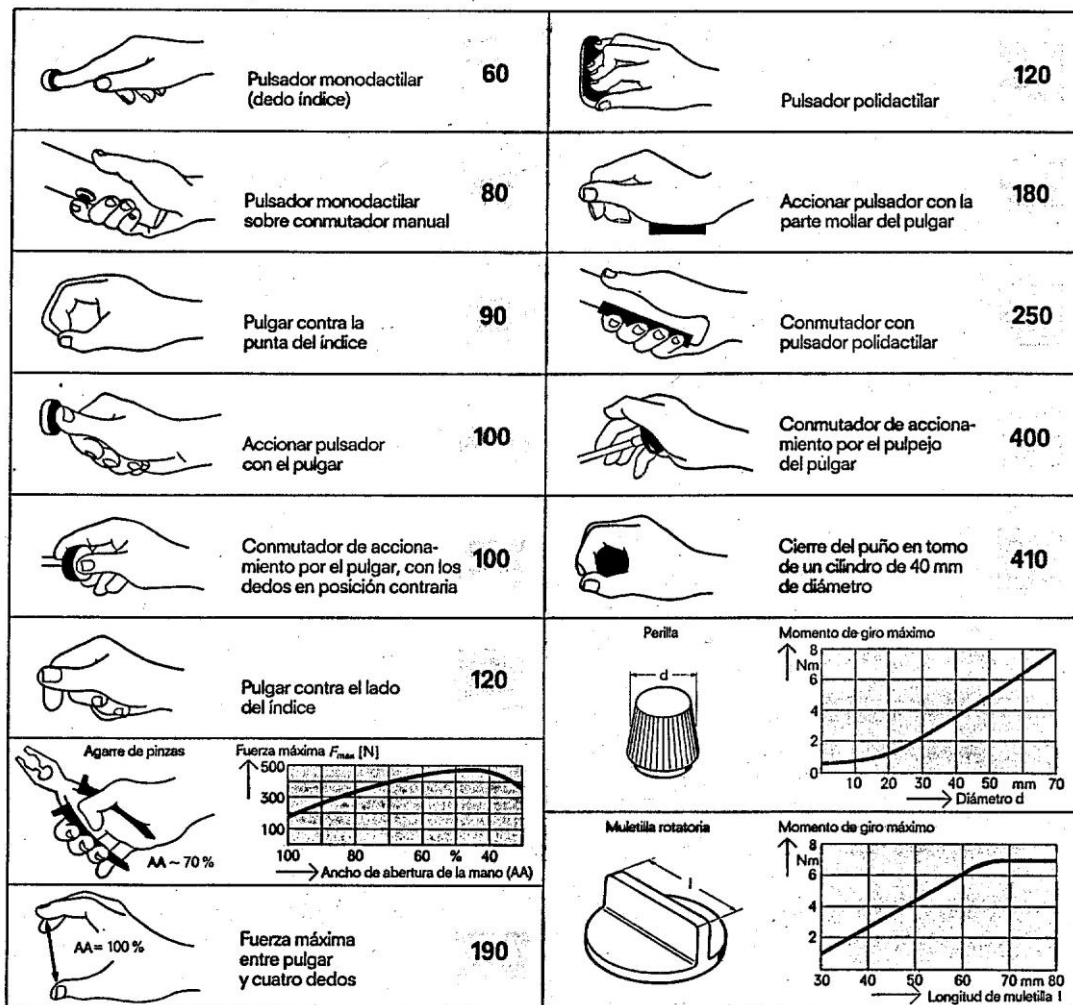


Figura 7.31. Relación entre tipo de esfuerzo y capacidad del segmento de la mano comprometida.

### 7.2.2.2 Antropometría dinámica

La **Antropometría dinámica** parte del análisis de la biomecánica de los movimientos (es decir, de los desplazamientos de los segmentos del cuerpo al realizar alguna actividad) para lograr un diseño del puesto de trabajo de acuerdo con una tarea específica.

El análisis o el estudio de los movimientos es una labor difícil dentro del desarrollo ergonómico del estudio del trabajo y de la seguridad e higiene industrial, ya que, no solo deben tenerse en cuenta los factores antropométricos y dimensionales, sino también todos los tipos de movimientos que puedan experimentarse en el desarrollo de la jornada de trabajo.

El correcto análisis dinámico de una tarea consiste en analizar y entender los movimientos que se realizan y definirlos correctamente utilizando denominaciones pertinentes. Los nombres técnicamente utilizados deben ser de uso cotidiano, de manera que permitan reconocer fácilmente la acción que identifican.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> El empleo de filmaciones en video permite realizar un análisis posterior más detallado de los movimientos. La reproducción en cámara lenta del material facilita el reconocimiento de los movimientos existentes. También se suelen usar fotografías de posiciones o posturas comprometidas con el fin de efectuar un análisis con mayor detalle y profundidad.

En el desarrollo de sus tareas, el individuo efectúa toda clase de movimientos que podemos considerar repetitivos. Solamente por medio de un análisis dinámico bien hecho se puede entender por qué algunos trabajos aparentemente pesados no lesionan a las personas, y otros, que aparentan ser leves, causan daños severos, como por ejemplo la entrada de datos en una terminal (teclado de PC).

Los conceptos de factibilidad y soportabilidad nos permiten deducir con relativa facilidad que habrá una mayor o menor incidencia de casos cuando los factores, en conjunto o independientemente, pasen los límites humanos involucrados (así mismo lo dicen MAPFRE, PRODERG, REFA, etc.). Por otra parte, cuanto menor sea la duración del ciclo mayor será la incidencia; además, a mayor fuerza mayor será la incidencia, y mayor será la posibilidad de aparición de lesiones y/o enfermedades cuando se obliga a las personas a tomar posturas inadecuadas durante el trabajo. Este tipo de posturas se aprecian con mayor frecuencia en las tareas de ciclos largos que en las de ciclos cortos.

La posibilidad de que se produzcan enfermedades y/o lesiones es mayor en las tareas de ciclo corto que requieren grandes esfuerzos. En cambio, en las tareas de ciclo largo que requieren pocos movimientos y fuerza no se observan daños ni lesiones causados por la tarea.

Los miembros superiores poseen gran cantidad de huesos, centenas de músculos y tres nervios principales (radial, mediano y ulnar) con sus decenas de ramificaciones (tal como se vio en el Capítulo 4). Los miembros superiores poseen una enorme capacidad de movimiento, siendo la principal herramienta de trabajo, pero tienen limitaciones de capacidad mecánica y de resistencia temporal. A esto hay que sumarle los mecanismos que operan según las condiciones ambientales favorables, oficinas o salas con temperatura controlada, etc.

Para aclarar este tema definiremos algunos movimientos básicos que el individuo efectúa con sus extremidades:

- **Posición de referencia:** es aquella a partir de la cuál se miden los movimientos articulares.
- **Flexión:** movimiento consistente en doblarse o en disminuir el ángulo entre dos partes del cuerpo; podemos decir que es un movimiento en el cual un segmento del cuerpo se desplaza en un plano sagital con respecto a un eje transversal, aproximándose al segmento adyacente.
- **Extensión:** consiste en enderezarse o aumentar el ángulo entre dos segmentos del cuerpo; es un movimiento sagital respecto a un eje transversal que permite que desde una posición de flexión la posición del cuerpo retorne a la de referencia o la sobrepase.
- **Abducción:** consiste en acercar una extremidad a la línea media del cuerpo; el movimiento se efectúa en el plano frontal en torno al eje antero-posterior, aproximando el segmento corporal comprometido a la línea media.
- **Abducción de la mano:** consiste en separar los dedos uno de otro en un mismo plano.



- **Aducción:** en este caso el movimiento consiste en alejarse de la línea media del cuerpo en un plano frontal; el segmento corporal se aleja en torno al eje antero-posterior.
- **Aducción del pulgar:** extensión y flexión en torno a la palma de la mano.
- **Aducción de la mano:** consiste en cerrar los dedos uno contra otro en un mismo plano.
- **Pronación:** el movimiento consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia abajo.
- **Supinación:** consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia arriba.
- **Circunducción:** este movimiento consiste en que una parte del cuerpo describe un cono cuyo vértice está en la articulación y su base en la extremidad distal de esa parte y no necesita rotación.
- **Prehensión:** acción de tomar un objeto de manera envolvente; los dedos se cierran en torno al objeto envolviéndolo.
- **Pinza:** acción de tomar con las puntas de los dedos opuestos.
- **Hiperextensión de los dedos:** empujar con los dedos con la mano en posición neutra.
- **Pinza palpar:** tomar un objeto y sujetarlo con los dedos índice, mayor, anular y meñique flexionados. También se define de esta manera a la toma de un objeto mediante la oposición del pulgar con algún otro dedo.
- **Compresión digital:** es la acción de presionar en forma plana con los dedos.
- **Compresión pulpar:** es la acción de presionar un objeto con la palma de la mano.

Podemos agregar otros movimientos en los que no se compromete los miembros, tales como:

- **Rotación:** acción de giro de un segmento corporal en torno a una o varias articulaciones.
- **Flexión de tronco:** encorvarse, inclinarse hacia delante.
- **Lateralización:** inclinación hacia un lado, pivotando sobre la cadera.

En la serie comprendida entre la Figura 7.32 y 7.44 se muestran las diferentes posturas definidas anteriormente.

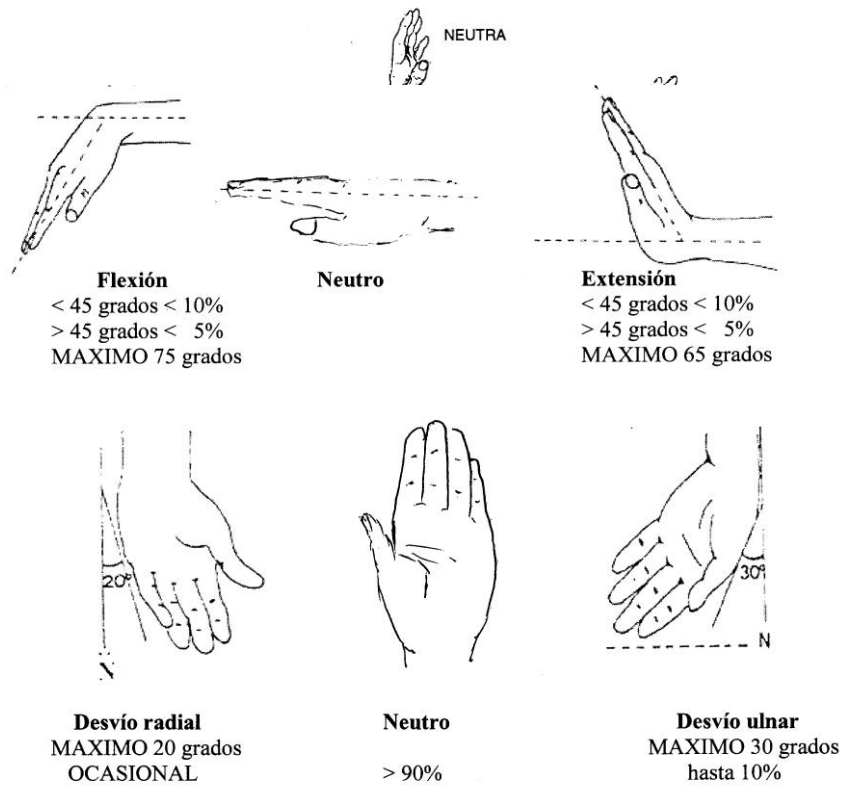


Figura 7.32. Diferentes posturas de las manos y muñecas. (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau, 2001)

Figura 7.33 Movimientos de las manos: flexión y extensión

Figura 7.34 Movimientos de las manos: desvío radial, desvío ulnar.

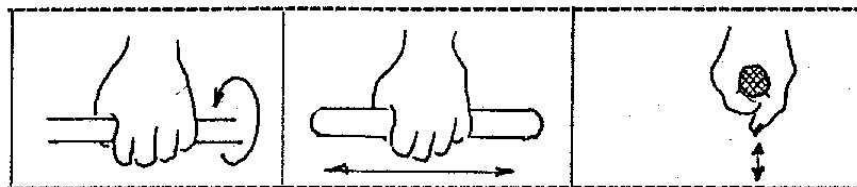
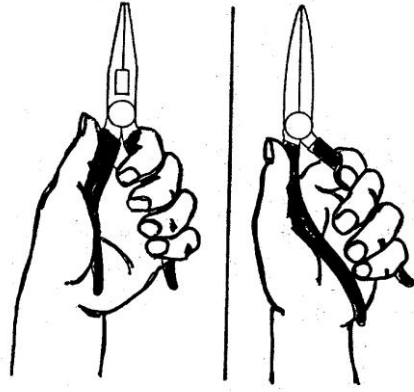


Figura 7.35 Movimiento de prehensión.



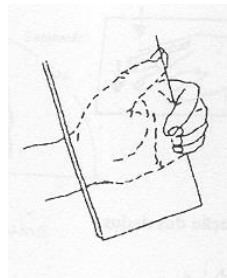
Figura 7.36 Movimiento de pinza.



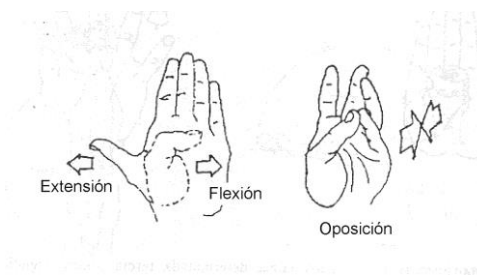
**Figura 7.37** La mano cerrada forma un ángulo de 70° entre la horizontal y el eje normal con la mano en posición neutra.



**Figura 7.38** Hiperextensión de los dedos.

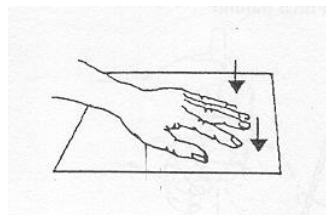


**Figura 7.39** Pinza palmar.

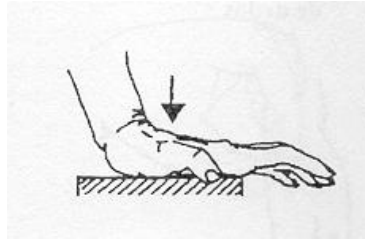


**Figura 7.40** Abducción del pulgar.

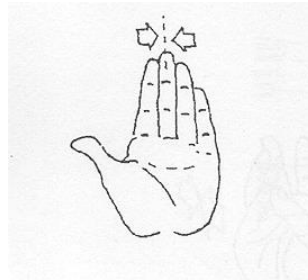
**Figura 7.41** Pinza pulpar.



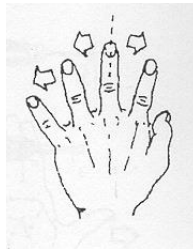
**Figura 7.42** Compresión digital.



**Figura 7.43 Compresión palmar.**



**Figura 7.44 Aducción de los dedos.**



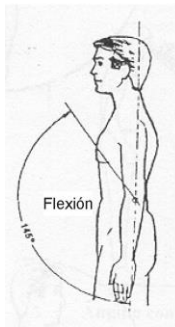
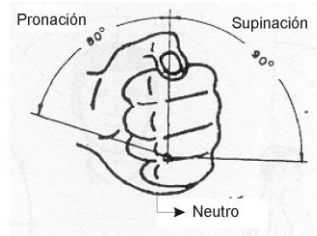
**Figura 7.45 Abducción de los dedos.**

El análisis estereométrico y cronológico de los movimientos que se efectúan en el desarrollo de una tarea permite analizar cuál es la mejor conformación del puesto de trabajo o si hay necesidad de reconfigurar el puesto existente. En este último caso no se debe descartar la posibilidad de eliminar los puestos y disminuir los riesgos o las cargas mediante una nueva conformación organizativa.

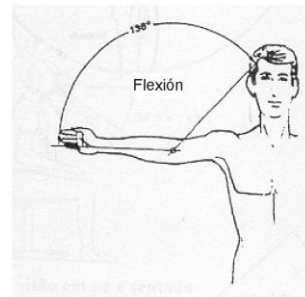
Los movimientos de las manos son los más difíciles de estudiar por la rapidez y complejidad que los caracterizan. Por esta razón se aconseja el uso de filmaciones para poder estudiarlos con mayor detenimiento con el fin de hacer un análisis más exacto.

## *Movimientos de los antebrazos*

**Figura 7.46** *Movimiento de pronación y supinación.*



**Figura 7.47** *Movimiento de flexión*  
*(siempre actúa el bíceps).*



**Figura 7.48** *Movimiento de flexión*  
*(siempre actúa el tríceps)*

En los movimientos de pronación y supinación es primordial distinguir si el movimiento es producido por la rotación del codo o por la del hombro, ya que en el primer caso estará comprometida una sola articulación, mientras que en el segundo habrá dos articulaciones. Esta distinción permite deducir que, manteniendo un ángulo definido, el esfuerzo articular es diferente cuando el movimiento se efectúa con el compromiso de uno o dos puntos articulares.

Si bien esta distinción en el movimiento de supinación y pronación no es necesaria para el resto de los movimientos articulares, es sumamente necesario conocer la movilidad articular de todo el cuerpo. Por ejemplo, en el caso de los brazos hay flexión y extensión a nivel del codo, y en la articulación del hombro encontramos una serie de combinaciones posibles para su rotación.

## Movimientos de los brazos y hombros

Figura 7.49 Movimiento de flexión-extensión. Figura 7.50 Movimiento de elevación-abducción.

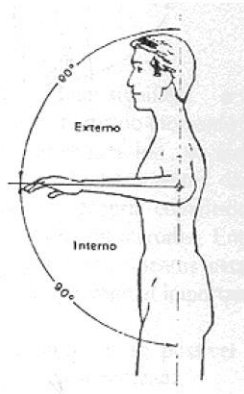
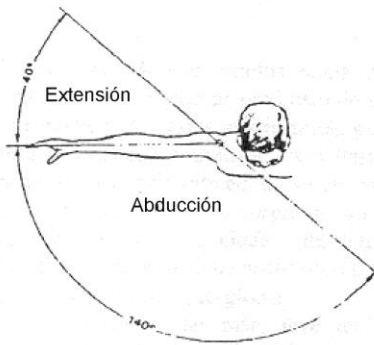
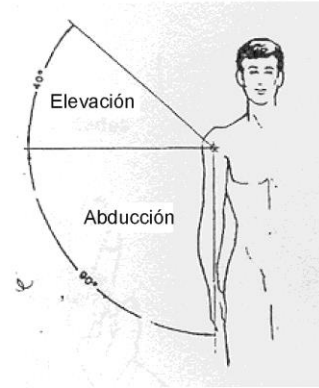
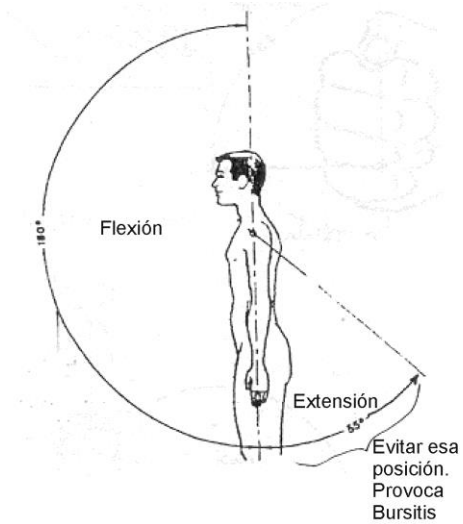


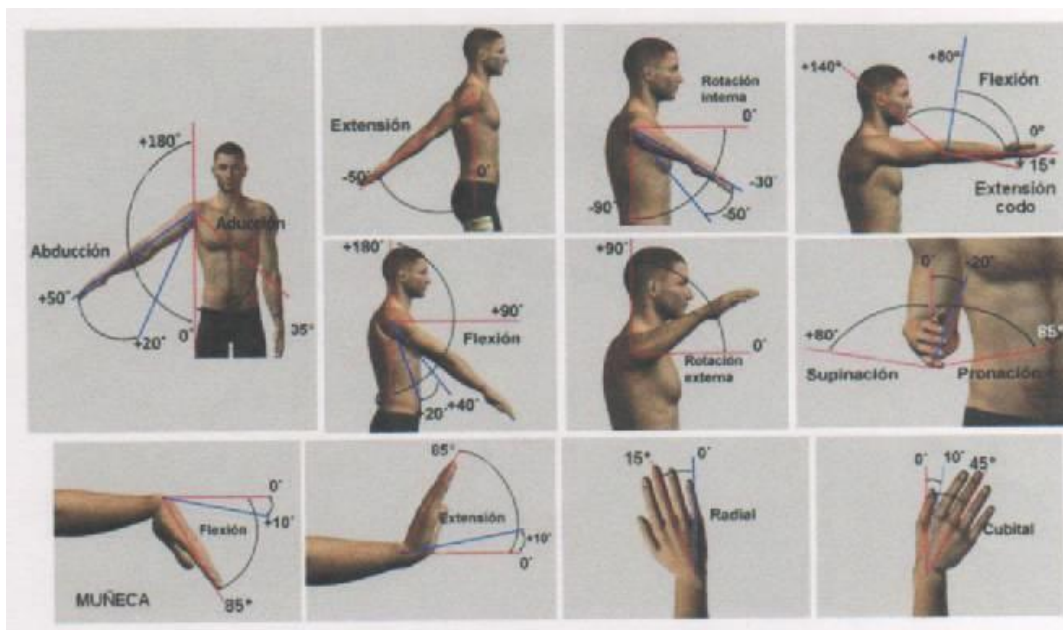
Figura 7.51 Movimiento de extensión-abducción.

Figura 7.52 Movimiento superior-inferior

Como resumen podemos dar lo indicado por el Dr. Ing. José Manuel Álvarez Zárate, en primer lugar da una tabla de movilidad máxima de los miembros superiores

Zona corporal	Movimiento	Arco
Hombro	Abducción o separación	180°
	Aducción o aproximación	30° - 35°
	Antepulsión o flexión	180°
	Extensión	50° - 60°
	Rotación externa	80°
	Rotación interna	95°
	Flexión	145°
Codo	Supinación	90°
	Pronación	85°
Muñeca	Flexión	85°
	Extensión	85°
	Desviación radial	15°
	Desviación Ulnar o cubital	45°

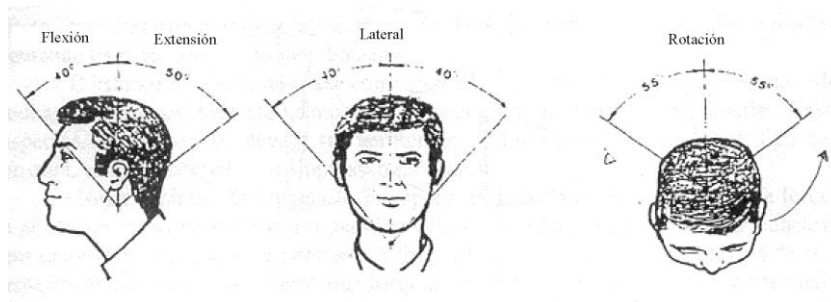
**Figura 7.53** Movilidad articular de los miembros superiores



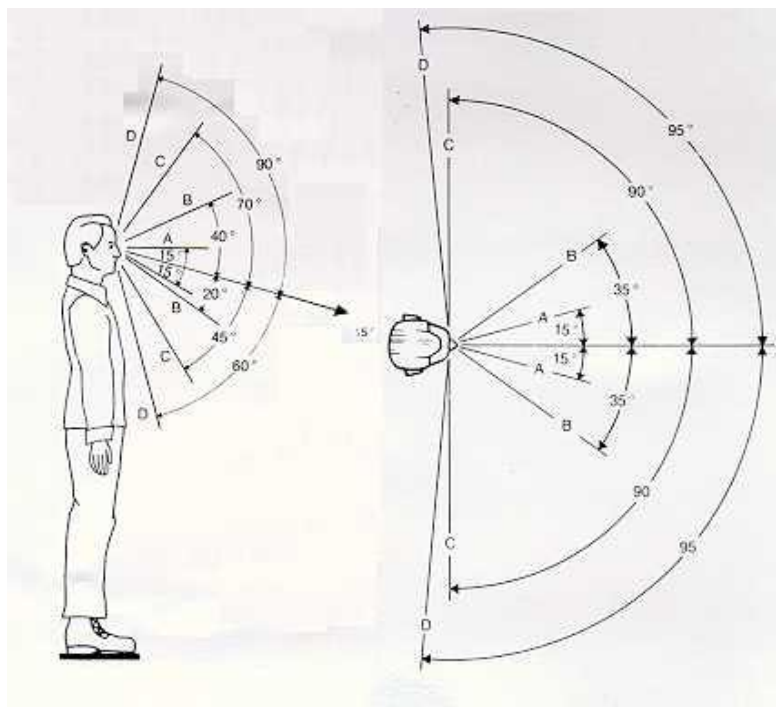
**Figura 7.54** Movilidad articular de los miembros superiores

### ***Movimientos de la cabeza***

Los movimientos de la cabeza también deben estudiarse tanto en la flexión (bajar la cabeza) como en la extensión (levantar la cabeza), en la lateralización (inclinarse a derecha y/o izquierda) y en la rotación (giro a derecha y/o izquierda). La movilidad de esta extremidad se estudia junto con el ángulo de visión según la posición de trabajo (parado, sentado, alternancia entre una y otra posición).



**Figura 7.55 Movimientos de la cabeza.**

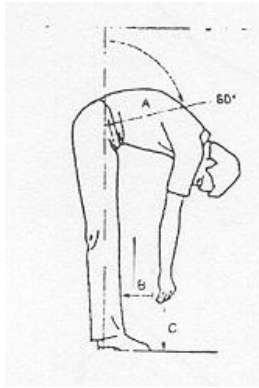


**Figura 7. 56 Campo visual. A ángulo óptimo; B ángulo máximo de recomendado; C ángulo máximo de visión; D ángulo límite.**

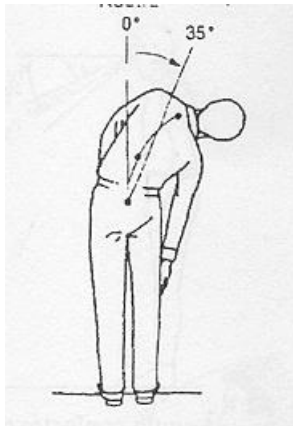
### **Movimientos del tronco**

Para complementar los principales movimientos del cuerpo, solo nos resta considerar la movilidad de la cintura. Con respecto a esta, debemos tener en cuenta principalmente la flexión (inclinarse hacia delante o encorvarse), la lateralización (inclinación del tronco con respecto a las piernas hacia derecha o izquierda) y, por último, la rotación del tronco sobre la cadera (rotación de la columna vertebral).

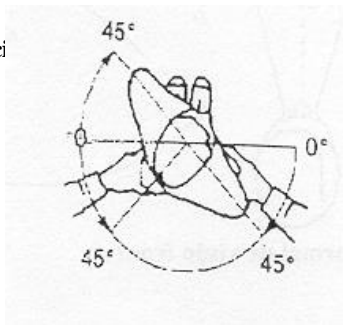




**Figura 7. 57 Flexión del tronco.**



**Figura 7. 58 Lateralización del tronco.**

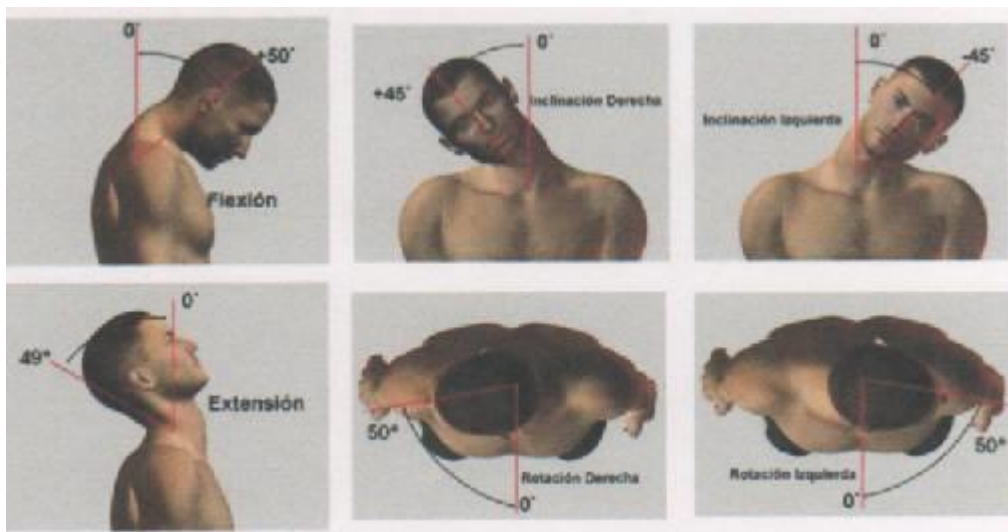


**Figura 7.59 Rotación del tronco.**

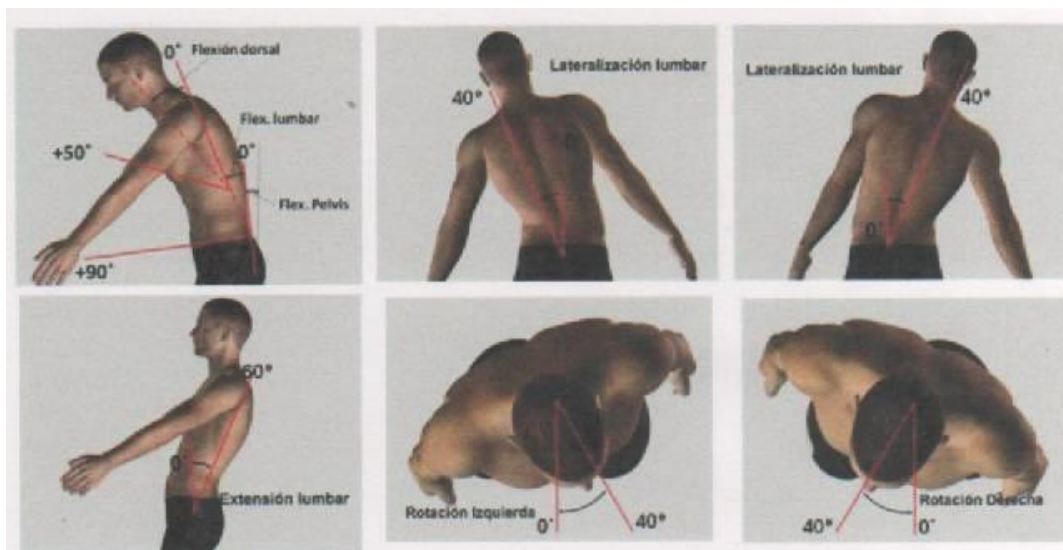
Como resumen de la movilidad en la zona de la columna vertebral partiendo de la cervical (cabeza) y terminando en la zona lumbar podemos dar lo indicado por el Dr. Ing. José Manuel Álvarez Zárate,

Zona corporal	Movimiento	Arco
Columna cervical	Flexión	40° - 45°
	Extensión	49°
	Inclinación lateral	45° - 50°
	Rotación	20°
Columna dorso lumbar	Flexión	105°
	Extensión	60°
	Inclinación lateral	35° - 40°
	Rotación	40°

**Figura 7.60** Movilidad articular de la columna vertebral



**Figura 7.61** Movilidad articular máxima de la columna cervical



**Figura 7.62** Movilidad articular máxima de la columna dorso Lumbar

### Movimientos de las piernas

Los movimientos de las piernas se estudian con el mismo criterio empleado para los brazos; es decir, consideramos la abducción en el punto de rotación de la articulación de la pierna con la cadera (cabeza del fémur), y la extensión y flexión en el punto articular de la pierna con la rodilla.

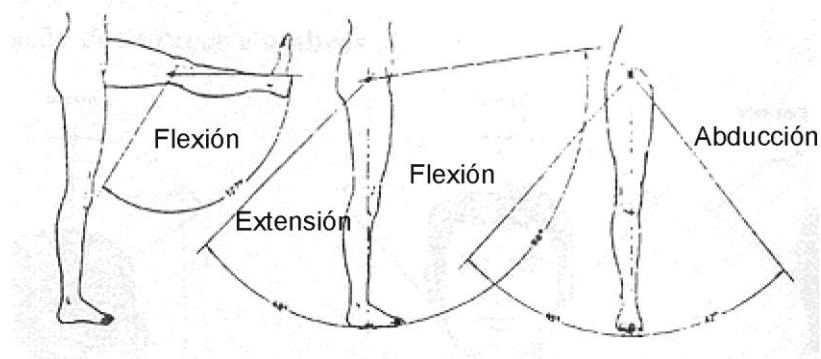


Figura 7.63 Movimiento de la piernas.

### Ángulos límites

Las posibilidades de movimiento de las personas están delimitadas por las articulaciones, y es necesario calcular el límite posible de estos ángulos, más allá de los datos que posea el ergónomo en sus plantillas de diseño (como por ejemplo en la Ergonomische Schablone u otra).

En la serie comprendida entre las Figuras 7.63 y 7.65 observamos los ángulos de referencia que caracterizan a la mayoría de la población humana, es decir, que no tenemos en cuenta aquellas patologías que pueden incrementar la elasticidad de las articulaciones (por ejemplo, los contorsionistas).

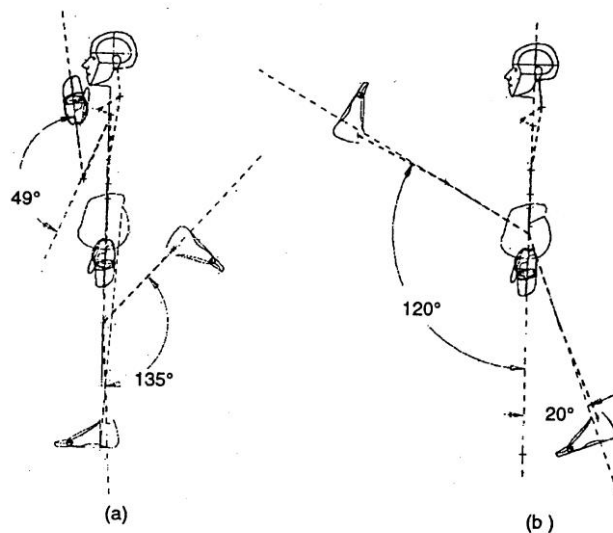


Figura 7.64 Flexión y extensión de las piernas. (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001)

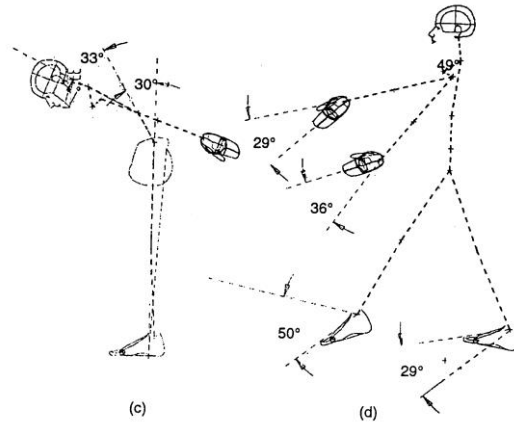


Figura 7.65 Ángulos de flexión de la cintura, pies y manos. (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001)

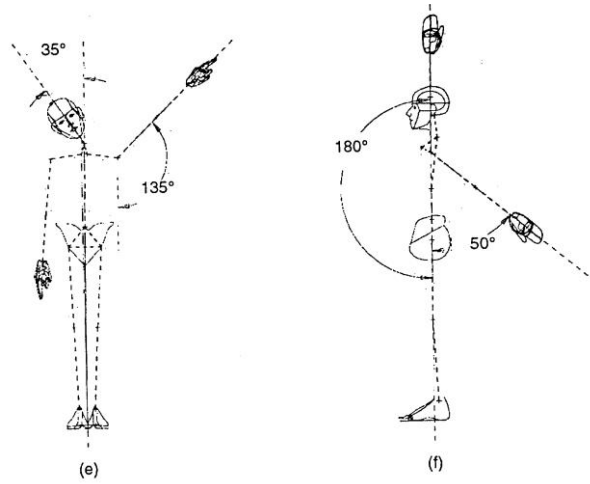


Figura 7.66 Ángulo de inclinación lateral de la cabeza y extensión hacia atrás del brazo. (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau, 2001)

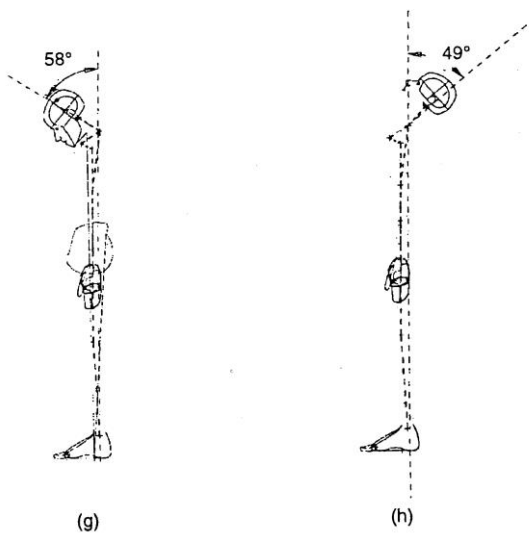


Figura 7.67 Movimiento de la cabeza. (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001)

Como resumen de la movilidad en la cadera y piernas podemos dar lo indicado por el Dr. Ing. José Manuel Álvarez Zárate,

Zona corporal	Movimiento	Arco
Cadera	Abducción o separación	45°
	Adducción o aproximación	30°
	Antepulsión o flexión	120°
	Extensión	20°
	Rotación externa	60°
	Rotación interna	30°
Rodilla	Flexión	145°
Tobillo	Extensión	60°
	Inclinación lateral	35° - 40°
	Rotación	40°

Figura 7.68 Movilidad articular máxima de los miembros inferiores (Kapandji)

### Ángulos de confort

En la empresa moderna el confort no es una sutileza ni un lujo, sino una necesidad. Las personas trabajan mejor en condiciones confortables, la producción y la calidad del producto se incrementan, y se disminuye el cansancio y el descontento laboral. Los ángulos de confort buscan limitar los movimientos, es decir, no los toman en los límites máximos de giro articular, sino dentro de los límites de la confortabilidad del movimiento, para evitar las molestias y el aumento del cansancio.

Figura 7.69 Principales ángulos de confort. (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau, 2001)

- 10° < A1 < 20°
- 90° < A2 < 110°
- 95° < A3 < 120°
- 90° < A4 < 110°
- 15° < A5 < 35°
- 80° < A6 < 160°

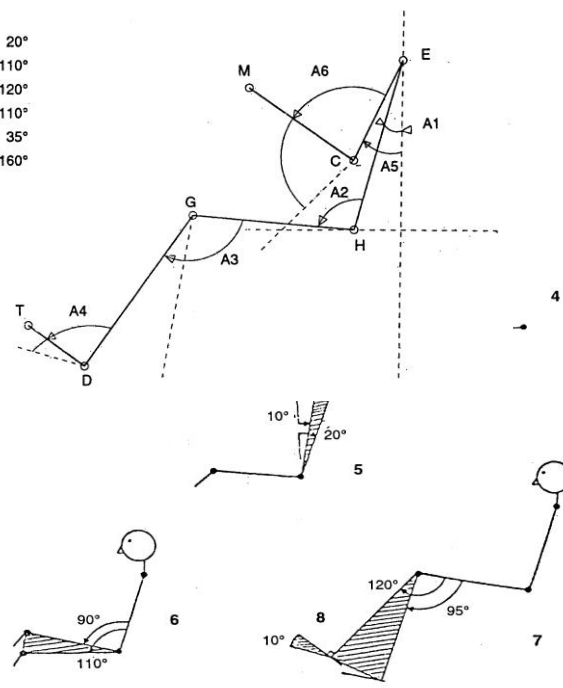


Figura 7. 70 variación de los ángulos de confort (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau, 2001)

En la Figura 7.70 observamos los ángulos de confort de un conductor, según Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau (2001). En esta figura se establece:

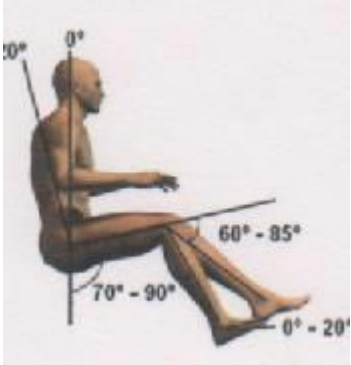
Postura	Zona corporal	Movimiento	Arco
	Cuello	Flexión	0° - 10°
	Tronco	Inclinación posterior	10° - 20°
	Cadera	Flexión	70° - 90°
	Rodilla	Flexión	60° - 85°
	Tobillo	Flexión plantar	0° - 20°
	Hombro	Abducción	95°
	Codo	Antepulsión	20° - 100°
		Supinación	0° - 50°
	Muñeca	Extensión	0° - 30°
		Desviación ulnar o cubital	0° - 15°

Figura 7. 71 Ángulos de confort articular (Wisner A: Ergonomía y condiciones de trabajo. 1988)

- **A1.** Es el ángulo comprendido entre una línea vertical y la recta establecida entre el hombro y la cadera. En el caso de conductores de autoelevadores, zorras u otra máquina industrial dicho ángulo no se mantiene constante por razones operativas y dinámica del trabajo, variando entre 10° y 25°. La superación de estos valores ocasionará un cansancio mayor en el conductor y dará lugar a la aparición de molestias en la nuca, cuello y hombros.
- **A2.** Es el ángulo comprendido entre la recta establecida entre el hombro y la cadera y el eje del muslo (paralelo a la horizontal); sus valores deben encontrarse comprendidos entre 90° y 110°. Tal como se estableció para las sillas, el ángulo nunca debe quedar inclinado hacia abajo, debido a que en esa posición pueden comprimirse las arterias, venas y nervios que se encuentran en la parte posterior del muslo. ( también hay que tener en cuenta la terminación de la silla, es decir, que el borde de las mismas responda a las normas dadas para su construcción).
- **A3.** Es el ángulo comprendido por entre el muslo y el eje de la pierna; su valor está comprendido entre 95° y 120°. Si su medida no llega a 95° puede generar problemas circulatorios.
- **A4.** Es el ángulo comprendido entre el eje de la pierna y la recta marcada por la planta del pie. Debido a que en este caso la circulación de la sangre se efectúa por la parte superior (empeine), los ángulos no comprendidos entre 90° y 110° provocan calambres después de un tiempo de actividad continua (por ejemplo: los tacos altos de las secretarias).
- **A5.** Es el ángulo comprendido entre la línea vertical que pasa por el hombro y el eje del brazo. El ángulo no puede ser menor que el establecido por la vertical (respaldo del asiento) y la recta establecida entre el hombro y la cadera (A1). Por esta razón, los valores deben quedar acotados entre 15° y 35° para evitar el cansancio de los brazos (que quedarían colgados). En el caso de que no sea posible es preferible exceder los 35° y recomendar el uso de apoyabrazos.
- **A6.** Es el ángulo comprendido entre el eje del codo y el eje del antebrazo; es de gran amplitud, variando entre los 80° y 160°.
- **A7.** Es el ángulo comprendido entre el eje del antebrazo y el segmento corporal del puño-articulación metacarpo-falanges. Este ángulo se arbitra en un valor de 180°, y presenta una variación muy grande según el puesto de trabajo y equipo a utilizar.

Recordemos que en el esfuerzo muscular debemos contemplar las diferencias existentes entre un trabajo muscular estático y un trabajo muscular dinámico (unilateral o pesado). Todo análisis ergonómico debe contemplar el esfuerzo de la masa muscular comprometida en la tarea para poder

determinar la posibilidad de daño; asimismo, deben verificarse los esfuerzos posturales y la compresión mecánica.

También debemos tener en cuenta que la relación fuerza-carga varía entre un individuo y otro; por lo tanto no es válida toda conclusión realizada sobre la base de observaciones empíricas. La fuerza debe medirse por medio de equipos específicos, como un dinamómetro o un torquímetro, para evitar toda subjetividad y lograr una objetividad mensurable. Para obtener con mayor precisión los valores del esfuerzo muscular durante el trabajo, se pueden efectuar mediciones con un electromiograma, colocando sensores localizados en los grupos musculares solicitados.

Pese a que la utilización de instrumentos de medición parezca fácil, en un anteproyecto no hay ningún operario trabajando ni simulando la tarea que pueda representar el proceso real de montaje, por lo que en los estudios resulta necesario el uso de dinamómetros o torquímetros para detectar los puntos de fuerza y su magnitud.

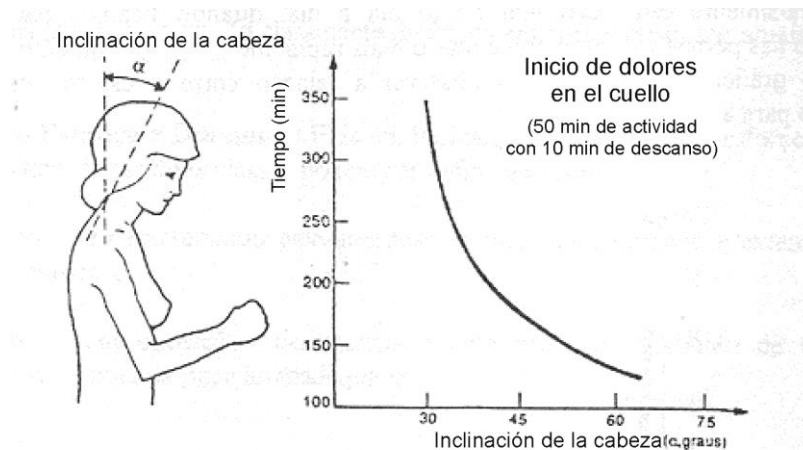
Cuando la tarea a realizar es simple, tal como el apretar un bulón, empujar un carro o una pieza, el uso de un dinamómetro es el más indicado, mientras que cuando el puesto incluye una serie de movimientos y operaciones es mejor la utilización del sistema electromiográfico.

## Características importantes de la relación esfuerzo/fatiga

Según lo vimos en el Capítulo 4, los músculos se fatigan rápidamente cuando el esfuerzo es estático o de postura, siendo difícil mantener la tarea por un período determinado. Un esfuerzo de este tipo solo se puede realizar por un período largo cuando se emplea entre 15-20 % de la capacidad (fuerza) muscular, dado que hasta este límite la circulación sanguínea continúa siendo normal.

### Análisis de la postura por fuerza

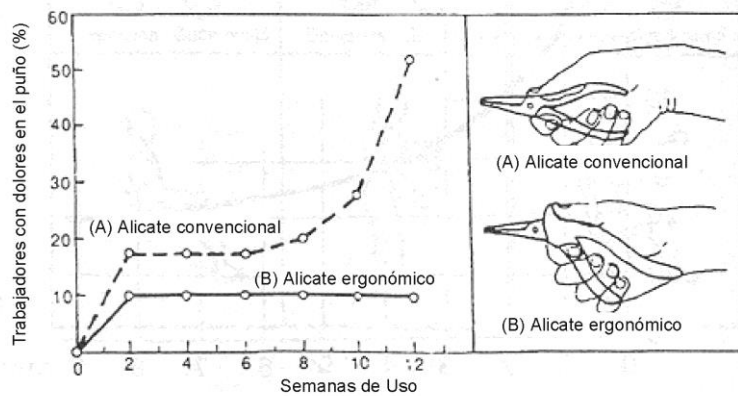
Toda postura laboral hace que el trabajador accione un determinado grupo muscular; si dicha postura cambia comprometerá a otro grupo muscular que, de acuerdo con las características personales, ocasionará o no perjuicio muscular.



**Figura 7.72** tiempos medios para la aparición de dolores en el cuello según la inclinación de la cabeza hacia delante (Chaffin, 1973)

En la Figura 7.72 se pueden estudiar perfectamente los efectos causados en el cuello por la inclinación de la cabeza. Siendo el punto de apoyo de la misma el atlas y el axis, el centro de gravedad del conjunto "cabeza" está desplazado hacia delante del punto de apoyo, lo que genera un par que deben contrarrestar los músculos de la parte posterior del cuello; en consecuencia, los músculos estarán elongados, haciendo más fuerza que en la posición neutra (con la cabeza erguida). El resultado es fácil de interpretar: la persona se cansa más rápidamente, de allí las recomendaciones de descanso

y/o de cambio de postura o modificación de las alturas en el puesto de trabajo (por ejemplo, levantar el monitor, subir la superficie de trabajo, reconformar la máquina, etc.)



**Figura 7.73 Comparación entre porcentajes de trabajadores que presentaban dolores en los puños usando un alicate convencional vs uno ergonómico (Tichauer, 1978)**

Cuando presentamos el análisis de las herramientas, hicimos hincapié en los problemas establecidos en la Figura 7.62, y dimos las recomendaciones necesarias para el análisis correcto de los medios (herramental) antes de la adquisición e implementación de su uso. En las Figuras 7.74 y 7.75 se presentan otros ejemplos de malas y buenas posturas en el manejo de herramientas.

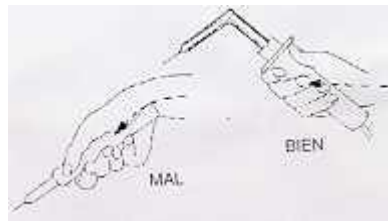


Figura 7.74 Trabajo con soplete





Figura 7. 75 Uso de distintos tipos de máquinas manuales

Algunas posturas asociadas con la generación de lesiones o enfermedades profesionales son: trabajar con las manos por encima de la cabeza, efectuar pinza con los dedos en forma continua o con fuerza excesiva, trabajos con los brazos hiperextendidos (detrás de la espalda), hacer pronación y supinación con fuerza desde la articulación de los codos, hacer excesivo ángulo de movimiento en los desvíos ulnares y radiales de las manos, etc.

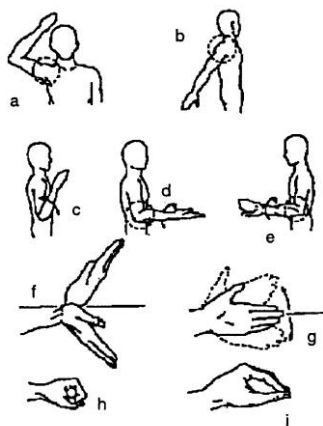


Figura 7.76 Tiempos medios para la aparición de dolores en los hombros en función del alcance vertical de los brazos y de los pesos soportados. (Chaffin, 1973)

Además de lo ya establecido como límites de esfuerzos, en la Figura 7.77 se amplían los datos de referencia para evaluar, mediante el uso de dinamómetros, la situación del individuo en puestos de trabajos que el investigador considere comprometidos.

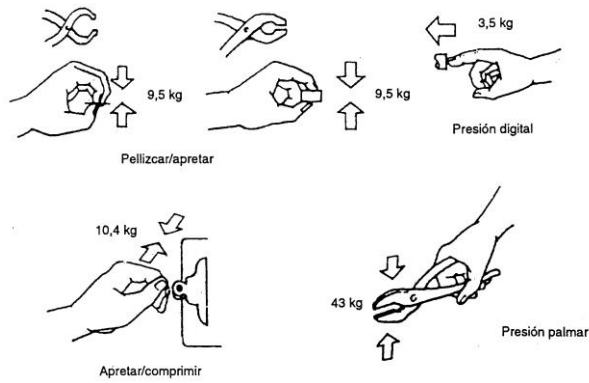


Figura 7. 77 valores límites de fuerza. (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau, 2001)

La Figura 7.78 muestra las distintas repuestas electromiográficas de diferentes segmentos del cuerpo, resultantes de las respectivas posiciones de los brazos sin apoyo.<sup>2</sup>

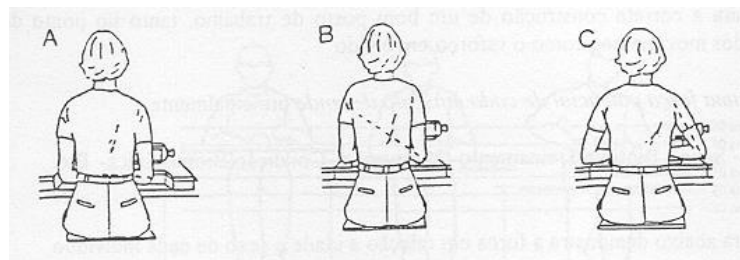


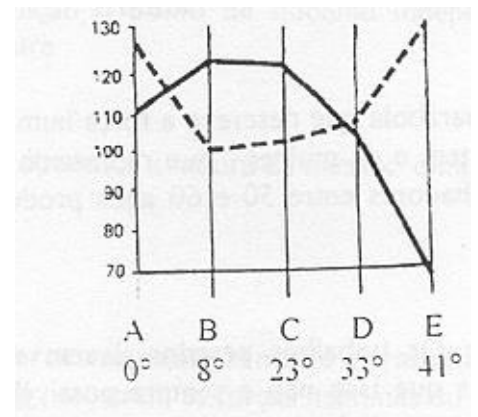
FIGURA	TRAPECIO	DELTOIDE	DORSALES
A	1%	3%	4%
B	20%	3%	6%
C	9%	7%	4%

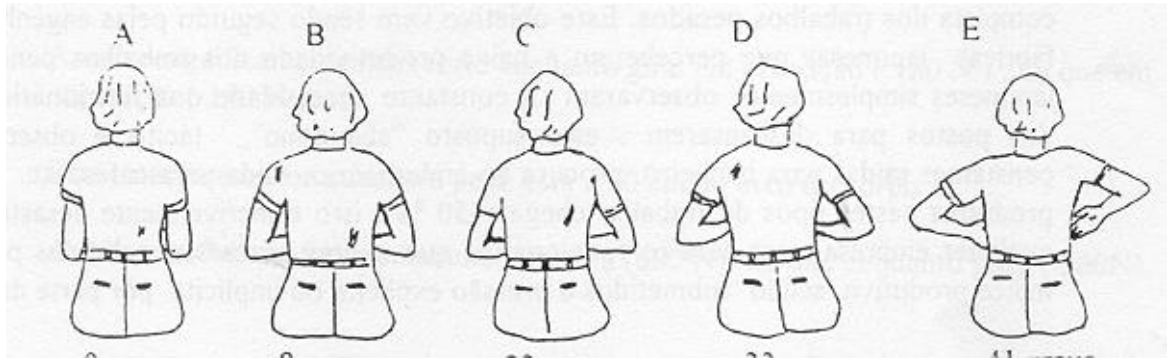
Figura 7.77 Trabajo manual (embalaje) donde intervienen distintos músculos según la posición del brazo (Tichauer adaptado por Harberg, 1982).

<sup>1</sup>Para mayor información ver nuestra publicación "Sillas" realizada en la Universidad de Morón -apunte de cátedra- o la realizada para Boston ART.)Publicación El Asiento, José Luis Melo Ed Fénix 2007

GASTO ENERGÉTICO

PERFORMANCE

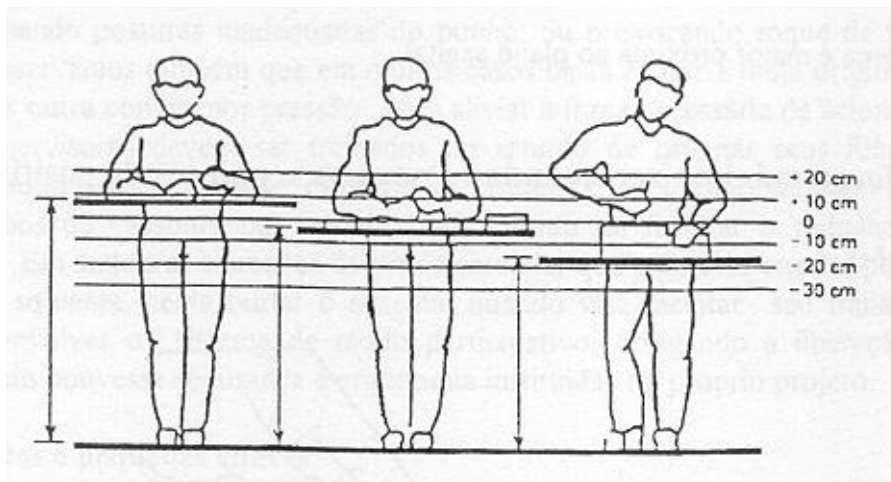




**Figura 7.79** performances para distintas posiciones de los brazos en función del metabolismo y del gasto energético (Tichauer - adaptado por Harberg, 1982).

### Estudio de la fuerza involucrada en el trabajo

Toda clase de actividad, tanto el esfuerzo físico como mental exige algún tipo de gasto energético. Según lo establecido en el Capítulo V se pueden establecer Reglas básicas para la localización del punto de trabajo en función de la fuerza exigida, las mismas fueron dadas en los nomogramas para el diseño de puestos de trabajo para la posición parado, sentado y de alternancia entre ambos.



**Figura 7.80** Distancia aconsejable para el punto de trabajo en función de la fuerza demandada. (Para más detalles ver Capítulo 5)

- 1) Trabajos que exijan precisión: objeto a 30 cm *aproximadamente* de los ojos.
- 2) Trabajos que exijan fuerza moderada: objeto al nivel del codo.
- 3) Trabajos pesados: objeto al nivel del hueso *del* pubis.

*Por su* definición, el punto de trabajo no depende de la altura de la mesa, sino de la relación existente entre la altura del operador, la altura de la mesa, la dimensión de la pieza y el punto de operación de la pieza.

### **Máxima fuerza utilizadas mientras se trabaja sentado**

Las siguientes reglas, aparecidas en los trabajos de Caldwell, señalan las fuerzas máximas del operario, considerándose que el tronco apoya en el respaldo de la silla.

- La mano es significativamente más fuerte cuando gira en pronación (180 N) que cuando lo hace en supinación (110 N).
- Esta rotación es mayor cuando el elemento que se debe tomar está ubicado a 30 cm del eje del cuerpo.
- La mano ejerce más fuerza cuando empuja (600 N) que cuando tira (360 N).

***Máxima fuerza utilizada mientras se trabaja pie***

- Los brazos ejercen más fuerza cuando empujan que cuando tiran.
- La fuerza es mayor cuando está más próxima al plano sagital.

El Dr. Rohmert estableció que la fuerza ejercida depende de la postura corporal del individuo, la dirección de la fuerza (arrastre o empuje) y la posición y dirección del brazo; los valores fueron fijados en función del peso corporal de la persona.

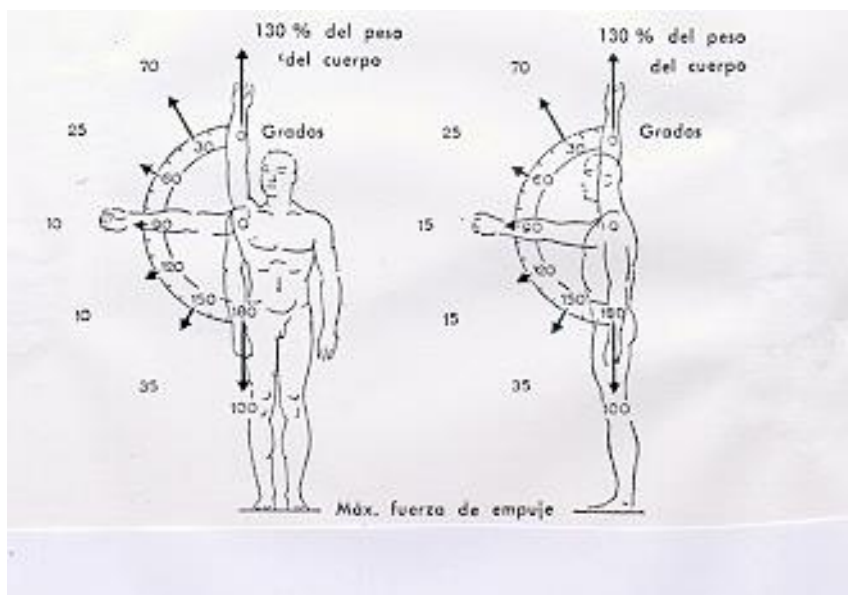
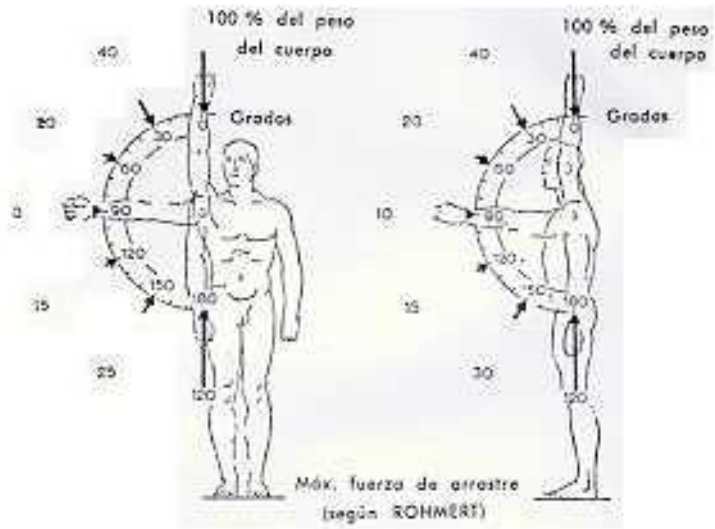


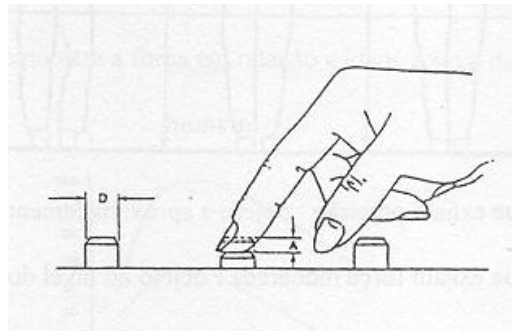
Figura 7.81 Fuerzas de arrastre y empuje en posición de pie. (Rhomert)

**Esfuerzo máximo recomendado para algunos dispositivos**

Es importante evaluar la disposición de las teclas, ya que muchas veces hay aristas o vértices vivos alrededor de las botoneras que, si bien son colocados con la finalidad de evitar accidentes, dificultan el acceso y ocasionan posturas inadecuadas del puño o provocan el contacto de tejido blando sobre aristas vivas. Observamos también que, en muchos casos, basta con retirar el resorte original de la botonera y sustituirlo por otro con menor presión para aliviar la fuerza necesaria para su accionamiento.

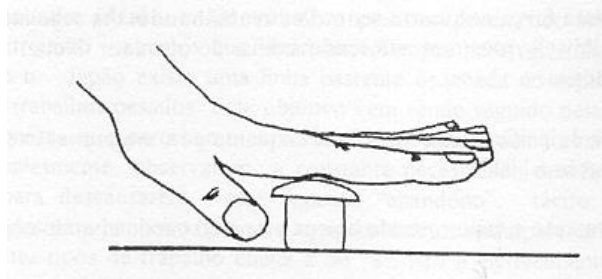
Se debe capacitar a los supervisores para que orienten a sus operarios en el buen uso de la botonera. Éstas normalmente son maltratadas o incluso, a veces, son accionadas mediante el auxilio de suplementos (palos de escoba, barras, etc.) con el fin de facilitar el trabajo o ganar en rendimiento productivo. Ambas situaciones son desaconsejadas, siendo prudente desarrollar un sistema de accionamiento de modo participativo, que libere la operación solamente cuando existiese seguridad y ergonomía instituidas en el propio proyecto.

En la serie presentada entre las Figuras 7.82 y 7.90 se especifica el máximo de esfuerzo recomendado para cada uno de los dispositivos mostrados.



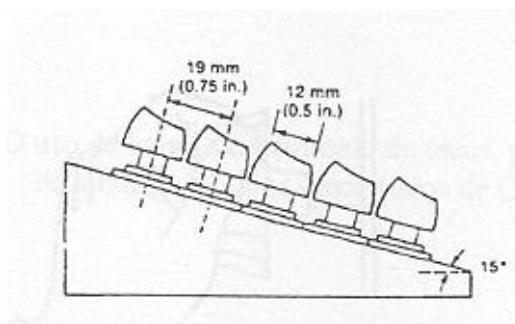
Diámetro	Fuerza
10 – 19 mm	0,28 – 1,1 kgf

Figura 7.82 Botones; activación con el dedo (Nota: estas consideraciones no se aplican a teclados)

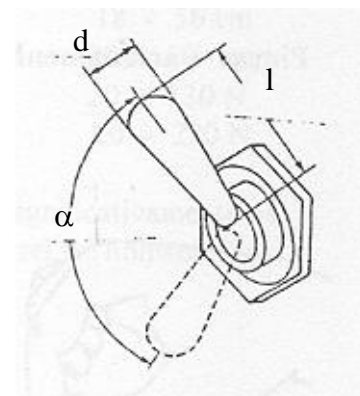


Diámetro	Fuerza
19 – 38 mm	0,28 – 2,27 kgf

Figura 7.83 Botoneras; activación con la palma.



Fuerza 3 – 75 g



Diámetro  $d$  mín = 3 mm

$d$  máx = 25 mm

Largo  $l$  mín = 12 mm

$l$  máx = 50 mm

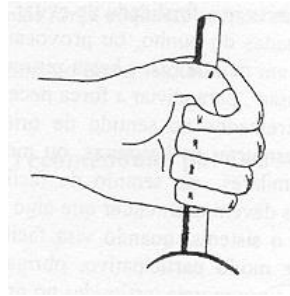
Desplazamiento  $\alpha$  entre posiciones sucesivas: mín 40° Fuerza entre 0,23 Kg y 1,5 kg

Figura 7. 84 Teclados y pequeñas llaves

Fuerza 3,0 – 9,0 kgf



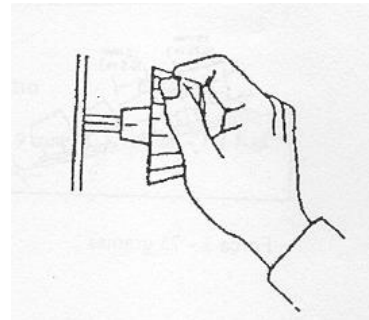
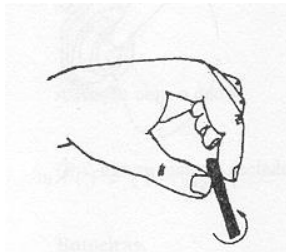
Figura 7.85 Prdales



Fuerza 2,3 – 4,5 kgf

Figura 7.78 Palancas

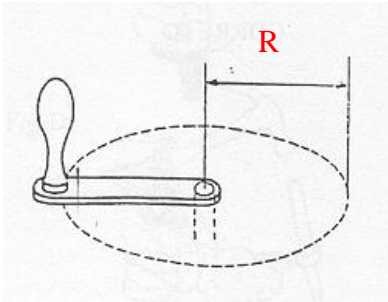
*Pinzas y accionamiento rotativo*



<i>Diámetro</i>	<i>Fuerza</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Fuerza</i>
12 mm	0,43 N,m	12 mm	0,90 N,m
19 mm	0,51 N,m	19 mm	1,70 N,m
25 mm	0,68 N,m	25 mm	5,08 N,m
38 mm	1,11 N,m	38 mm	7,12 N,m
51 mm	1,70 N,m	51 mm	11,19 N,m
70 mm	0,51 N,m	76 mm	14,24 N,m

Figura 7.87 Pinzas y accionamiento rotativo

## Manivelas



Radio  $R$  mín = 12 mm

$R$  máx = 500 mm (cargas pesadas)

Para ajustes rápidos

$R$  óptimo = 70 - 90 mm

$R$  óptimo para resistencia mayor a 1 Kg 120 mm

Fuerza periférica

$R$  hasta 120 mm

$P$  mín = 0,9 Kg

Para ajustes rápidos

$P$  máx = 2,5 Kg

$R$  120 a 200 mm

$P$  mín = 2 Kg

Para giros rápidos y uniformes

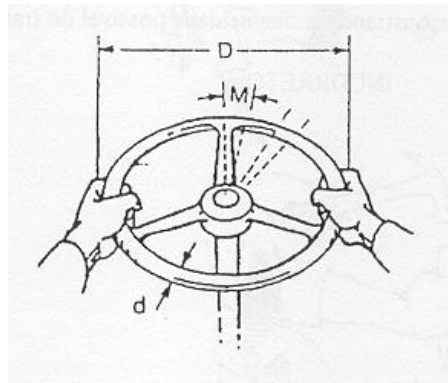
$P$  máx = 4 Kg

Para ajustes precisos

$P$  mín = 1 Kg

$P$  máx = 3,5 Kg

Figura 7.88 Manivelas



Diámetro  $D$  mín = 180 mm

$D$  Máx = 250 mm

Diámetro int.  $d$  20 - 50 mm

Una mano  $P$  mín = 2 Kg

$P$  máx = 13 Kg

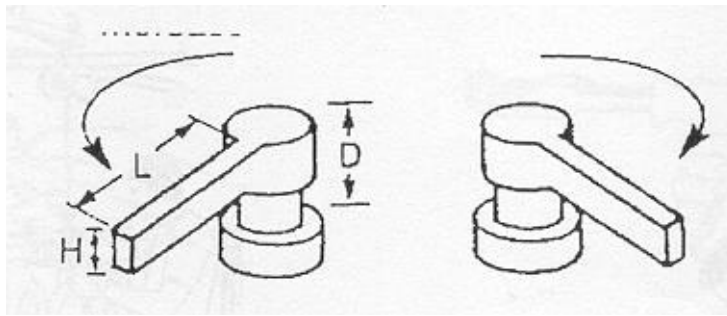
Ambas manos

$P$  máx = 25 Kg

Figura 7.89 Volantes <sup>3</sup>

<sup>3</sup> El uso de guantes o el manoseo de aceites pueden alterar significativamente los resultados obtenidos en los estudios de Grandjean - Murrel y Thomson. (Figuras 7.77 y 7.78)



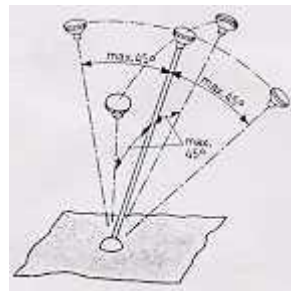


Fuerza 2,3 – 4,5 N,m

Figura 7.90 Palanca tipo válvula

### Estudio de situaciones

En las Figuras 7.91, 7.92, 7.93 y 7.94 mostramos algunas intervenciones interesantes para aliviar posturas inadecuadas, mostrando la simplicidad que hace posible el trabajo ergonómico.



#### Dimensiones

Angulo de accionamiento:

preferiblemente menor a 90°

Desplazamiento:

desde el frente hacia atrás máx. 350mm

de lado a lado máx. 950 mm

La fuerza para el accionamiento con una mano  $P_{m\acute{x}} = 1 \text{ Kg}$

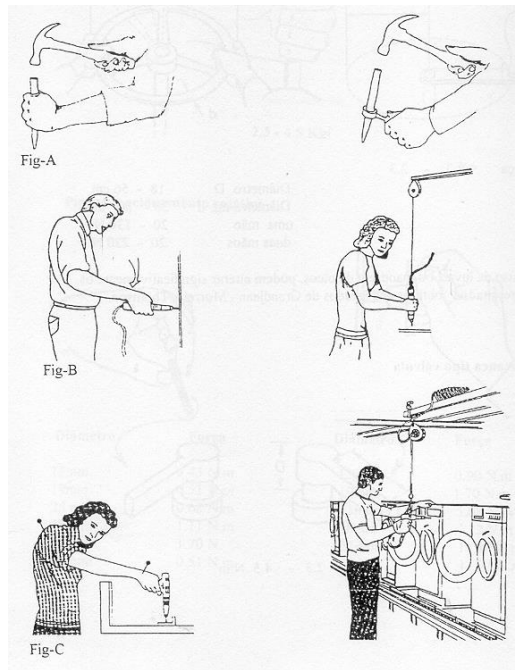
De adelante hacia atrás  $P_{m\acute{x}} = 13 \text{ Kg}$  (uso intermitente solamente)

De lado a lado  $P_{m\acute{x}} = 9 \text{ Kg}$  (uso intermitente solamente)

Figura 7.91 Recomendaciones ergonómicas para es uso de palanca.

**INCORRECTO**

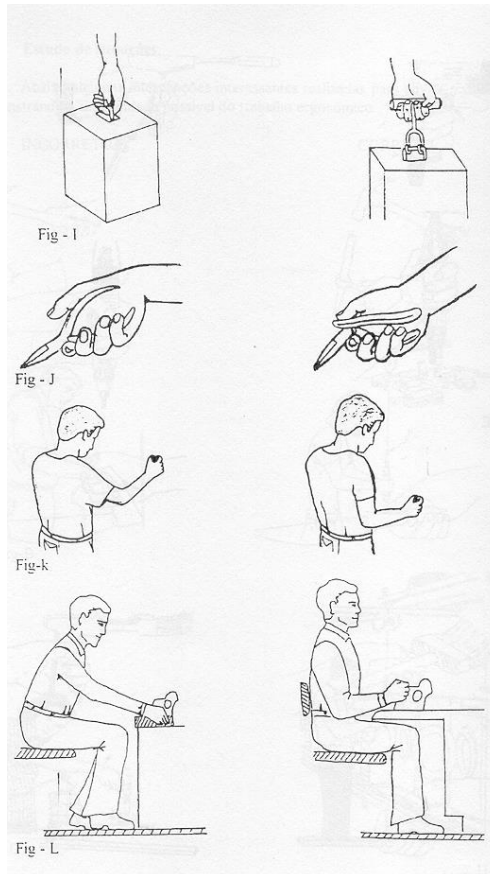
**CORRECTO**



**Figura 7.92** Posición de la mano incorrecta versus posición correcta.

**Incorrecto**

**correcto**



**Figura 7.93** Trabajo en posición sentado (posición correcta/ posición incorrecta).

Por razones netamente culturales se supone que el trabajo en posición sentado es preferible al trabajo de pie. En muchos países la legislación favorece la posición sentado para la realización de las tareas; por ejemplo, en nuestro país, la Ley Palacios (Ley de la silla) establece la obligación de que en todo de trabajo (que lo permita) haya un lugar para sentarse. Sin embargo, debemos recordar que el ser humano no es un animal sedentario por naturaleza, y que se cansa menos caminando (postura dinámica) que estando quieto de pie (postura estática). Ya hemos mencionado las ventajas del trabajo alterno entre la posición dinámica y la estática durante la jornada, y en cuanto a la posición sentado, la presión sobre los discos intervertebrales es 50 % mayor que cuando un individuo está en posición parado; así se observa en la Figura 7.94.

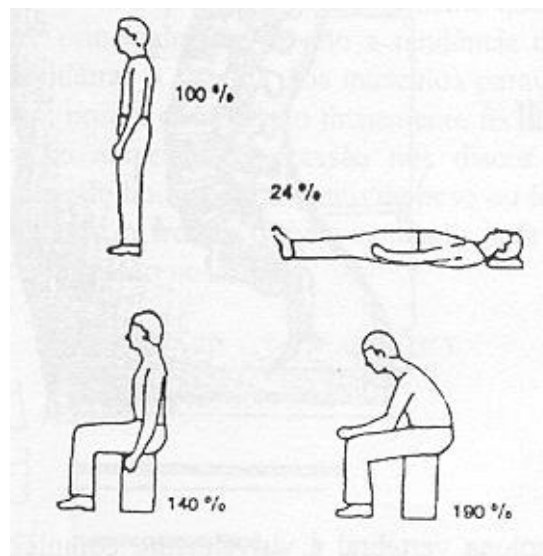


Figura 7.95 Presión relativa sobre los discos intervertebrales (Nachelson, 1971)

### 7.3 Métodos de evaluación

Existe una gran cantidad de métodos de evaluación de la carga sobre el trabajador, alguno de ellos prácticos y otros teóricos. Nuestro objetivo es proponer un método sencillo, que pueda ser realizado en la misma planta de producción, sin necesidad de efectuar demasiados cálculos, ni tener que evaluar muchos parámetros, utilizando unas pocas magnitudes fácilmente mensurables (medir con cinta métrica, calcular esfuerzos con un dinamómetro, ángulos con un goniómetro, etc.) para obtener resultados aceptables.

#### 7.3.1 Método Surrey

El método Surrey es uno de los utilizados para analizar los puestos de trabajo en forma ergonómica. Fue desarrollado en el año 1974 por el profesor Peter Davis en la Unidad de Investigación sobre Manutención Manual (Universidad de Surrey, Inglaterra). Consiste en determinar los límites hasta donde pueden ser llevadas las exigencias laborales sin ocasionar disturbios físicos (dorsalgias, lumbalgias, cervicalgias, tendinitis, epicondritis, etc.) por acciones acumulativas.

Este método es rápido y fácil de aplicar por los responsables de los análisis de los puestos de trabajo. Su área de competencia y aplicación es la de los trabajos manuales (que tienden a generar las dolencias mencionadas), debido a que para su desarrollo las investigaciones se basaron en la relación existente entre las fuerzas que actúan en la parte inferior de la espalda y las fuerzas que actúan en los músculos de la cavidad abdominal.

El método Surrey consta de nueve series de gráficos en los cuales figuran los valores límites de fuerza para operaciones manuales, considerando que el individuo no tiene limitaciones de espacio en su entorno, y que la frecuencia de trabajo no excede una operación por minuto (si la frecuencia es mayor, los valores límites dados en los gráficos deben reducirse un 30 %). Cada serie de gráficos (excepto la última)

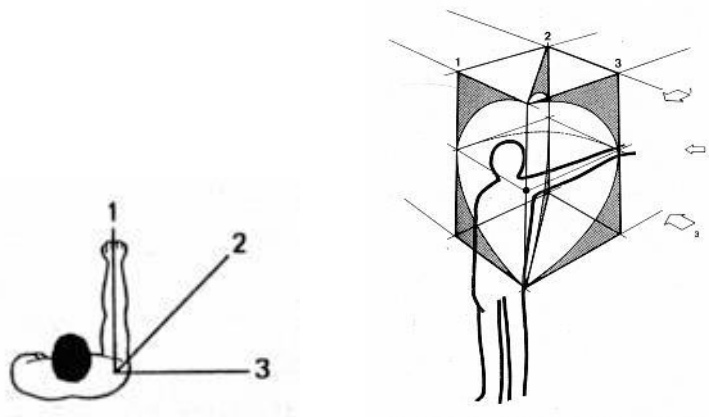
tiene seis representaciones gráficas en las que se indican los valores límites aceptables en kilogramos para distintas distancias de extensión de los brazos a partir del punto acromial (punta del hombro).

Las fuerzas denotadas en cada situación de trabajo no exceden los límites permisibles, por lo que cualquier persona del sexo masculino podrá desarrollar la tarea sin riesgos de padecer en el futuro algunos de los trastornos físicos antes mencionados.

La conformación de los puestos de trabajo debe efectuarse bajo el concepto de que no puede vulnerarse lo establecido por el método. En el caso de necesitar alguna alteración, un especialista en estudio del trabajo, supervisor o el mismo operario deberán reconformar el puesto o modificar el procedimiento para lograr valores de los esfuerzos aceptables.

Los límites descritos están establecidos para un hombre correspondiente al 5 percentil de los trabajadores ingleses de aquel momento, es decir para individuos de 1,65 m de altura y 60 kg de peso. En el caso de trabajadores de menor altura y/o peso más bajo debe hacerse reducciones proporcionales de los valores dados de los límites de esfuerzo.

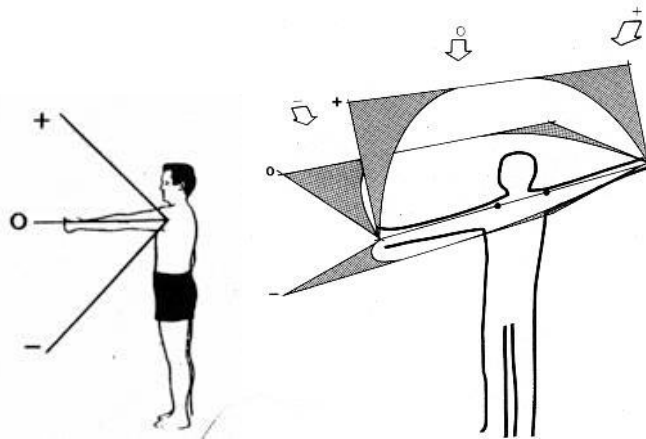
En cada una de las series, el *primer gráfico* presenta el caso en que las manos se posicionan delante del tronco para efectuar el esfuerzo en un plano vertical (manos hacia delante del cuerpo); el *segundo gráfico* presenta el caso en que las manos se encuentran en un plano vertical situado a 45° con respecto al eje tronco (manos giradas a 45° hacia el lado externo del cuerpo); el *tercer gráfico* presenta el caso en que las manos están situadas en el mismo plano vertical que el del tronco (las manos está giradas hacia el costado, paralelas al plano de la espalda); el *cuarto gráfico* (-) indica los límites o niveles de esfuerzo cuando las manos se encuentran en un plano transversal inclinado 45° hacia abajo con respecto al plano horizontal (de referencia); el *quinto gráfico* (o) indica los niveles aceptables de esfuerzo cuando las manos se encuentran en un plano horizontal, observadas desde arriba; el *sexto gráfico* (+) indica los límites o niveles de esfuerzo cuando las manos se encuentran en un plano transversal inclinado 45° hacia arriba con respecto al plano horizontal (de referencia).



Planos verticales de referencia utilizados en los gráficos

- 1- Manos situadas frente al pecho (plano sagital)
- 2- Manos situadas en un plano a 45° con respecto al sagital
- 3- Manos situadas en líneas con los hombros(plano coronal)

**Figura 7.96 (en planta)**



Planos transversales de referencia utilizados en los gráficos

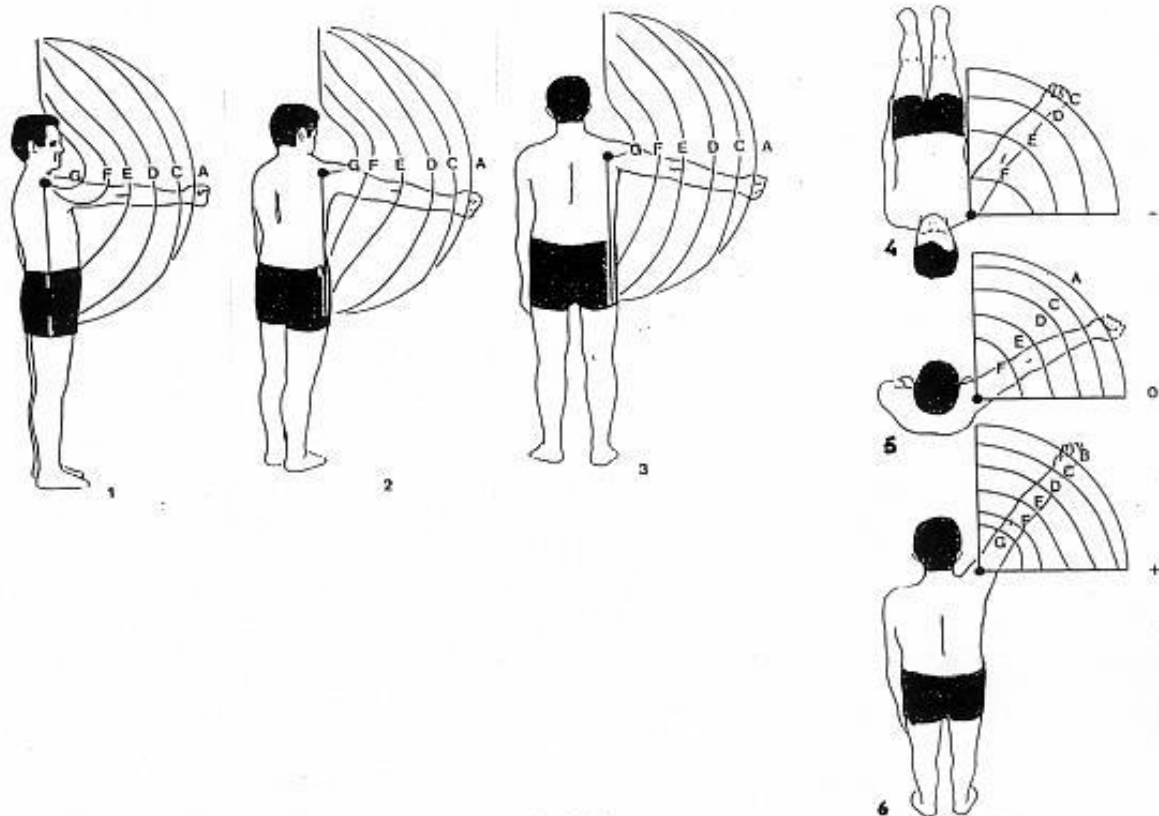
- + Manos ubicadas en un plano inclinado 45° con respecto a la horizontal, sobre los hombros.
- 0 Manos ubicadas en un plano horizontal a nivel de los hombros
- Manos ubicadas en un plano inclinado 45° con respecto a la horizontal por debajo de ella

**Figura 7.97 (perfil)**

Cada uno de los gráficos se vincula a una escala de extensión funcional del brazo (distancia entre el puño y el punto acromial), que corresponde a trabajadores ingleses de la época en que fue realizado el estudio (en promedio: 50 percentil). Los valores indicados en cada gráfico para personas de distintas edades (hasta 40 años, de 41 a 50 años y de 51 a 60 años) se expresan en kilo-fuerza. En el grupo de gráficos de la última serie se dan los valores límites para las tareas bimanuales de empuje o tracción (en posición de pie o de rodillas) con los brazos en extensión delante del cuerpo.

El método Surrey se puede emplear de dos formas distintas. Una de ellas es aplicarlo en una tarea manual para determinar mediante el empleo de un dinamómetro cuál es la fuerza aplicada. Sabiendo la dirección y sentido del esfuerzo, se busca en la tabla correspondiente el valor límite y se efectúa la comparación de los dos valores; si el valor medido es igual o menor al de la tabla, el puesto de trabajo no generará en el hombre ningún problema físico ni a corto ni a largo plazo. En caso contrario, si el valor es mayor se debe reconfigurar el puesto o cambiar el procedimiento. La otra aplicación se utiliza en el estudio de la conformación de puestos de trabajo. Conociendo previamente el valor del esfuerzo y la dirección de aplicación, se compara el valor teórico hallado con el valor dado por la tabla correspondiente, procediendo a estudiar el caso si el valor de la tabla es menor o, en el caso contrario, continuando con el proyecto.

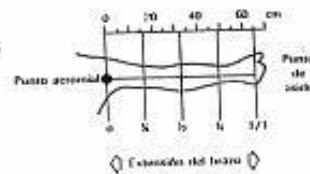
Debemos recalcar que este método no se aplica en casos en los que las personas trabajan encorvadas, posición por demás peligrosa para la integridad física del hombre; y que los valores corresponden solamente a varones (los resultados del método aplicado a mujeres no fue publicado aún).



Valores límite de fuerza en Kg, para diferentes grupos de edad  
 (Si la manobra ha de repetirse más de una vez por minuto, los valores de fuerza indicados deben reducirse en un 30%).

	GRUPOS DE EDAD		
	40 años Hombre	41-50 años Hombre	51-60 años Hombre
A	10	10	9
B	11	11	10
C	12	12	11
D	15	15	13
E	20	20	18
F	25	25	22
G	30	30	27

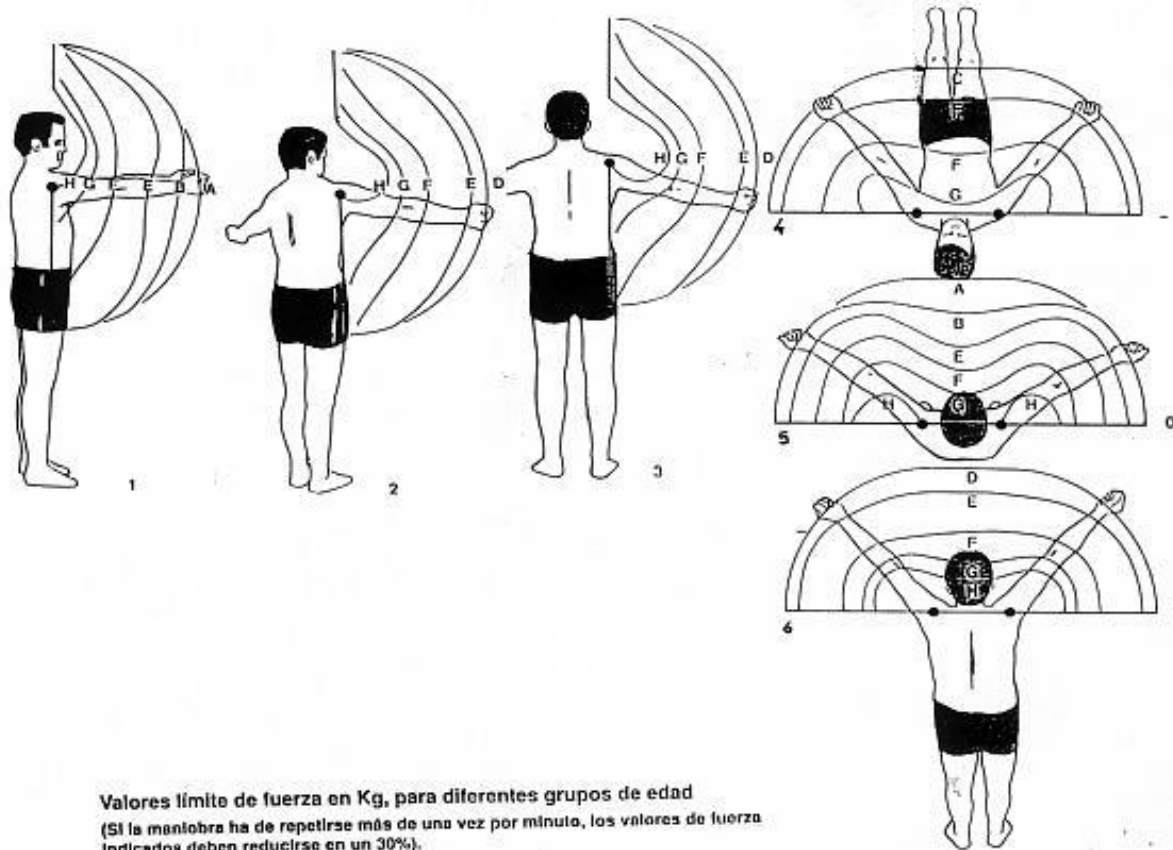
Fuerzas límite verticales (Incluido el levantamiento).  
 ejercidas en sentido ascendente con una mano, en posición de pie o en cuclillas y con el tronco razonablemente erguido.



Operaciones de movimiento manual de cargas en posición de pie o en cuclillas.  
 Con una mano.



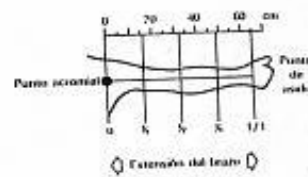
Figura 7.98 Operación de movimiento de cargas con una mano en posición de pie o en cuclillas con una mano.



Valores límite de fuerza en Kg, para diferentes grupos de edad  
 (Si la maniobra ha de repetirse más de una vez por minuto, los valores de fuerza indicados deben reducirse en un 30%).

	GRUPOS DE EDAD		
	0-40 años Hombres	41-50 años Hombres	51-60 años Hombres
A	10	9	8
B	15	14	12
C	16	15	12
D	10	10	14
E	20	18	16
F	30	27	23
G	40	37	31
H	50	46	39

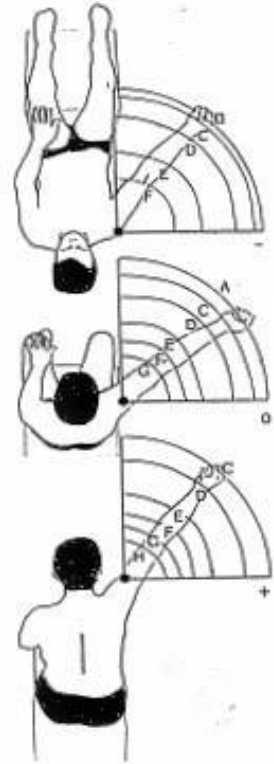
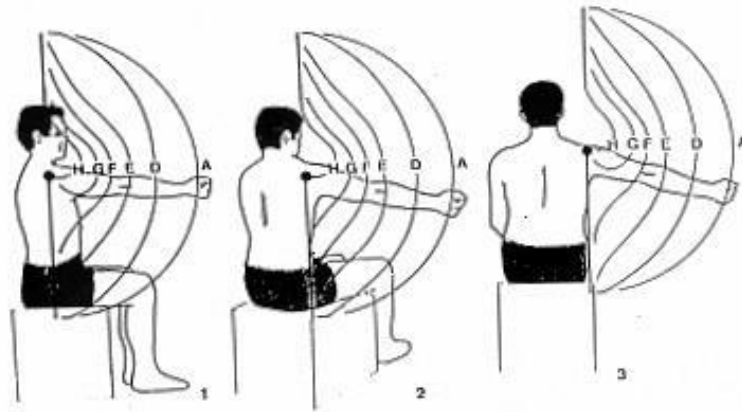
Fuerzas límite verticales (Incluido el levantamiento).  
 Ejercidas en sentido ascendente con ambas manos, en posición de pie o en cuclillas y con el tronco razonablemente erguido. El peso de la carga se distribuye uniformemente entre las dos manos, que se encuentran situadas simétricamente respecto del tronco.



Operaciones de movimiento manual de cargas en posición de pie o en cuclillas.  
 Con ambas manos.



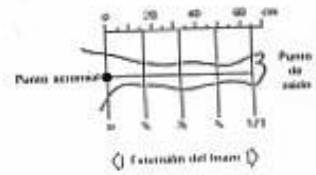
Figura 7.99 Operación de movimiento de cargas con las dos manos en posición de pie o en cuclillas.



Valores límite de fuerza en Kg. para diferentes grupos de edad  
 (Si la maniobra ha de repetirse más de una vez por minuto, los valores de fuerza  
 indicados deben reducirse en un 30%).

	GRUPOS DE EDAD		
	40 años Hombres	41-50 años Hombres	51-60 años Hombres
A	10	9	8
B	11	10	9
C	12	11	10
D	15	14	12
E	20	18	16
F	25	23	20
G	30	27	24
H	35	32	28

Fuerzas límite verticales  
 (incluido el levantamiento).  
 ejercidas en sentido ascendente con  
 una mano, estando el sujeto sentado  
 sin apoyar la espalda y con el tronco  
 razonablemente erguido.

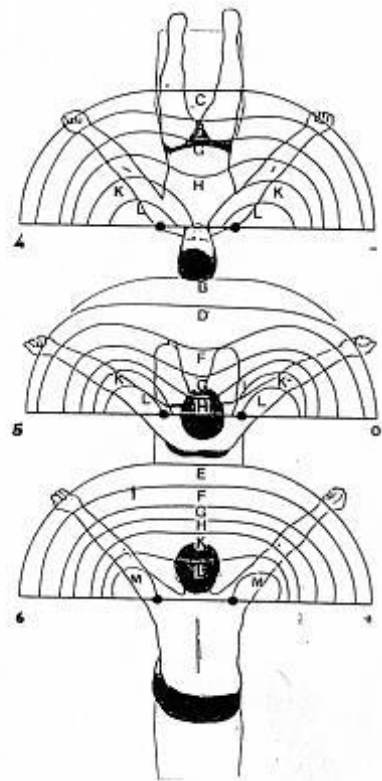
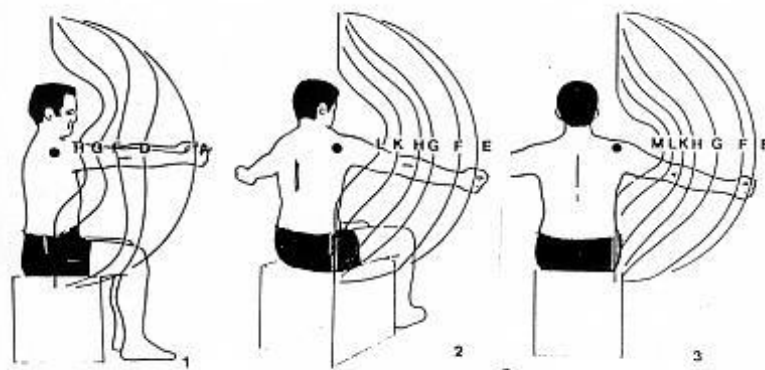


Operaciones de movimiento manual de cargas  
 estando el sujeto sentado.  
 Con una mano.



Figura 7.100 Operación de movimiento de cargas con una mano en posición sentado.



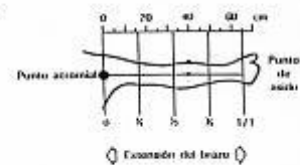


**Valores límite de fuerza en Kg, para diferentes grupos de edad**

	GRUPOS DE EDAD		
	18-40 años Hombres	41-50 años Hombres	51-60 años Hombres
A	11	11	10
B	12	12	11
C	14	14	12
D	15	15	13
E	18	18	16
F	20	20	18
G	25	25	22
H	30	30	27
I	35	35	31
J	40	40	36
K	45	45	40

(Si la manobra ha de repetirse más de una vez por minuto, los valores de fuerza indicados deben reducirse en un 30%).

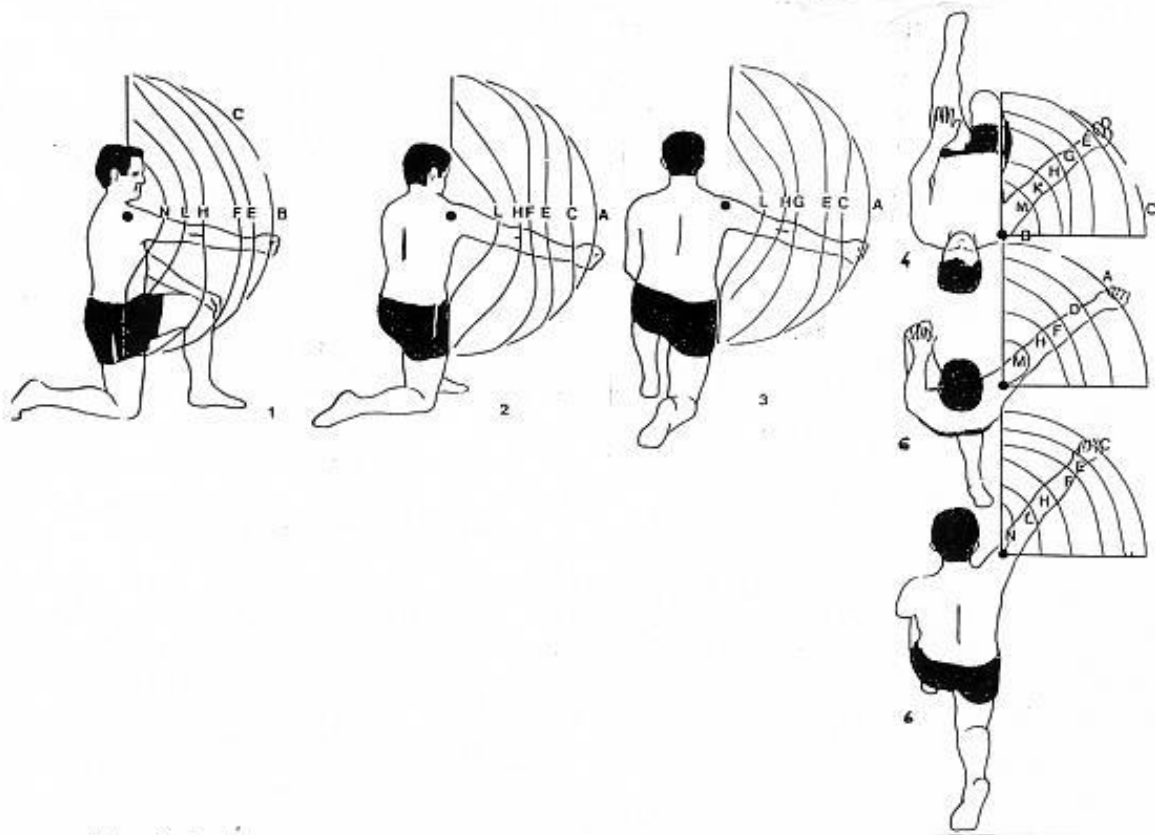
Fuerzas límite verticales (Incluido el levantamiento), ejercidas en sentido ascendente con ambas manos, estando el sujeto sentado sin apoyar la espalda y con el tronco razonablemente erguido. El peso de la carga se distribuye uniformemente entre las dos manos, que se encuentran situadas simétricamente respecto del tronco.



**Operaciones de movimiento manual de cargas estando el sujeto sentado. Con ambas manos.**



Figura 7.101 Operación de movimiento de cargas con ambas manos en posición sentado.

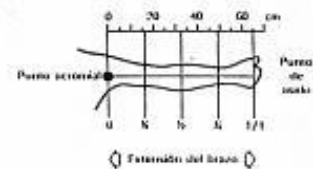


Valores límite de fuerza en Kg, para diferentes grupos de edad

	GRUPOS DE EDAD		
	<40 años Hombre	41-50 años Hombre	51-60 años Hombre
A	10	8	7
B	11	8	8
C	13	10	9
D	14	11	10
E	15	12	11
F	17	13	12
G	18	14	13
H	20	18	15
K	22	17	16
L	25	20	18
M	27	21	20
N	30	23	22

(Si la manobra ha de repetirse más de una vez por minuto, los valores de fuerza indicados deben reducirse en un 30%).

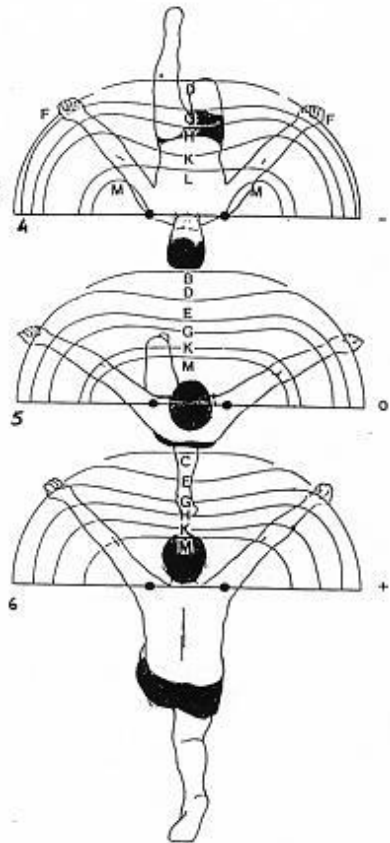
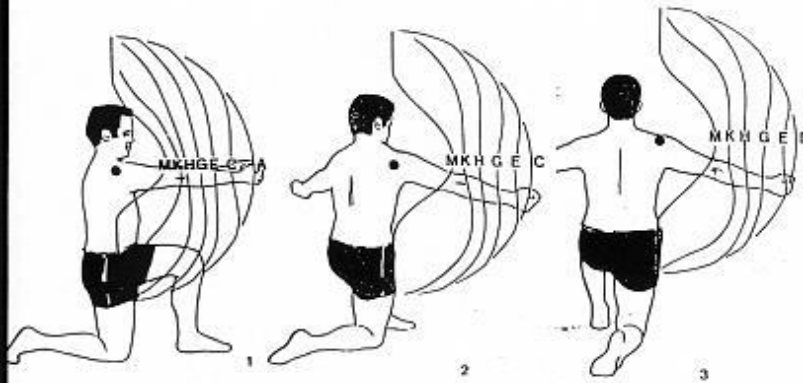
**Fuerzas límite verticales**  
(Incluido el levantamiento).  
ejercidas en sentido ascendente con una mano, teniendo una rodilla apoyada en el suelo. El muslo de la otra pierna está prácticamente paralelo al suelo. El tronco se mantiene razonablemente erguido.



Operaciones de movimiento manual de cargas con una rodilla apoyada en el suelo.  
Con una mano.



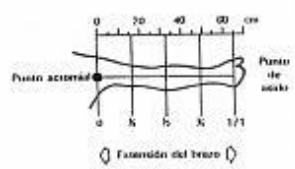
Figura 7.102 Operación de movimiento de cargas utilizando ambas manos y con una rodilla apoyada en el suelo.



Valores límite de fuerza en Kg, para diferentes grupos de edad  
 (Si la manobra ha de repetirse más de una vez por minuto, los valores de fuerza indicados deben reducirse en un 30%).

	GRUPOS DE EDAD		
	<40 años Hombres	41-50 años Hombres	51-60 años Hombres
A	14	14	10
B	15	15	11
C	20	20	14
D	22	22	16
E	25	25	18
F	28	28	20
G	30	30	21
H	35	35	25
K	40	40	28
L	45	45	32
M	50	50	36

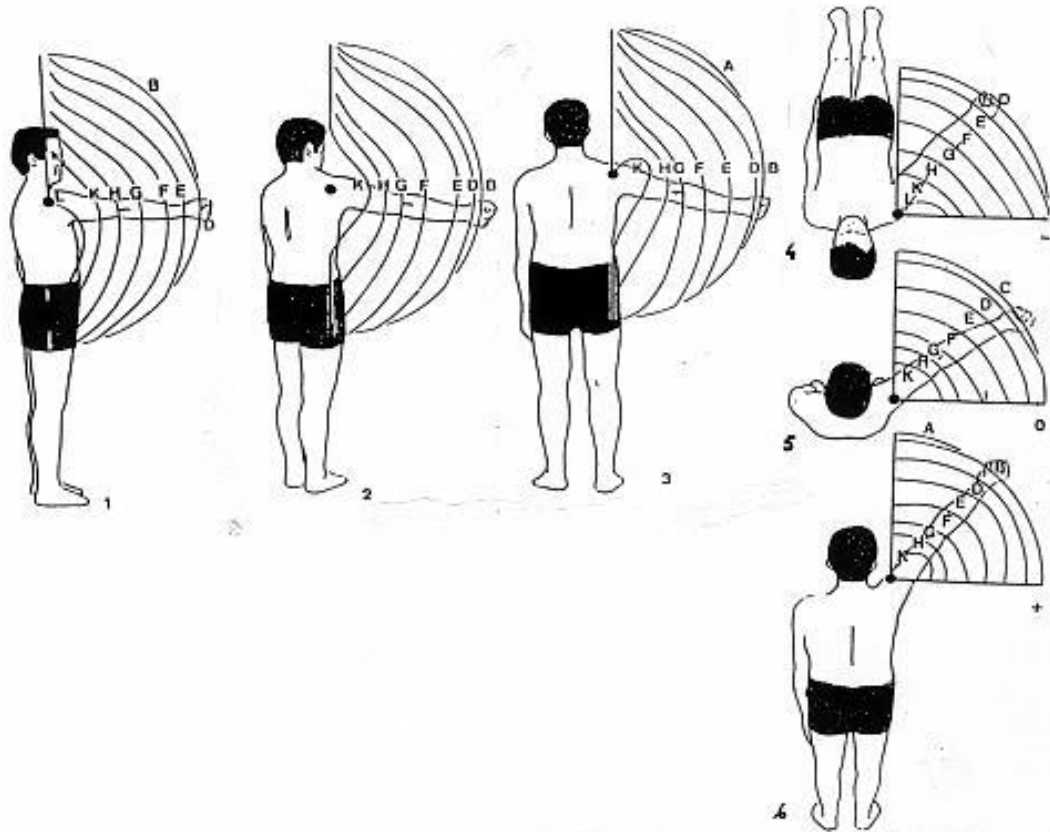
Fuerzas límite verticales (Incluido el levantamiento).  
 ejercidas en sentido ascendente con ambas manos, teniendo una rodilla apoyada en el suelo. El muslo de la otra pierna está prácticamente paralelo al suelo. El tronco se mantiene razonablemente erguido. El peso de la carga se distribuye uniformemente entre las dos manos, que se encuentran situadas simétricamente respecto del tronco.



Operaciones de movimiento manual de cargas con una rodilla apoyada en el suelo.  
 Con ambas manos.



Figura 7.103 Operación de movimiento de cargas utilizando las dos manos y con una rodilla apoyada en el suelo.



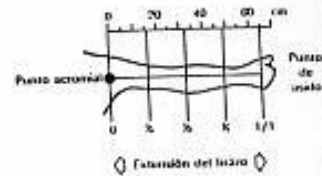
**Valores límite de fuerza en Kg, para diferentes grupos de edad**

	GRUPOS DE EDAD		
	< 40 años Hombres	41-50 años Hombres	51-60 años Hombres
A	7	7	5
B	8	7	5
C	9	8	6
D	10	9	6
E	11	10	7
F	13	12	8
G	14	13	9
H	16	15	10
K	18	16	11
L	19	18	12

(Si la manobra ha de repetirse más de una vez por minuto, los valores de fuerza indicados deben reducirse en un 30%).

**Fuerzas límite horizontales ejercidas con una mano.**

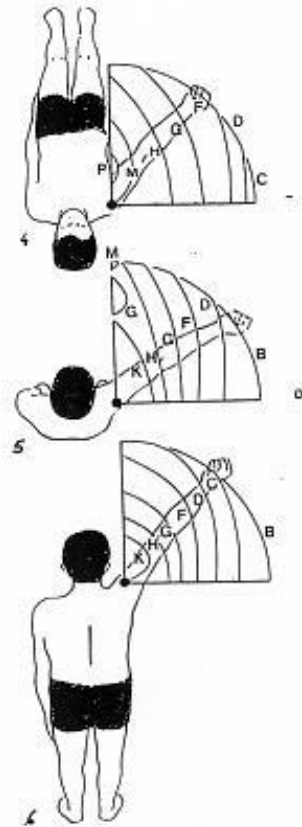
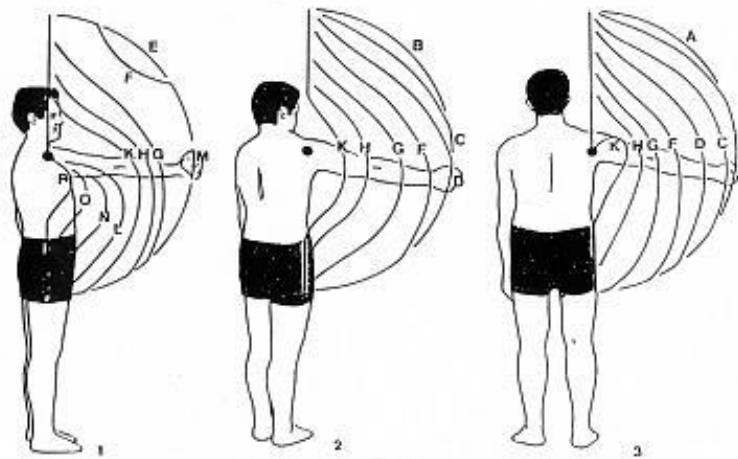
en posición de pie, estando el tronco razonablemente erguido. En todos los casos, la fuerza ejercida por la palma es horizontal y perpendicular a una línea extendida desde el punto acromial hasta el puño. Si se mira al sujeto de perfil, la dirección de la fuerza será directamente opuesta al observador.



**Empuje palmar en posición de pie.  
Con una mano.**



Figura 7.104 Empuje palmar con una mano y en posición de pie.

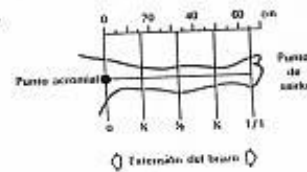


	GRUPOS DE EDAD		
	6-40 años Mujeres	41-50 años Hombres	51-60 años Hombres
A	9	8	8
B	10	9	7
C	12	11	9
D	14	13	10
E	15	14	11
F	16	15	11
G	18	17	13
H	20	19	14
K	22	21	16
L	24	23	17
M	25	24	18
N	26	24	19
O	28	26	20
P	30	28	22

Valores límite de fuerza en Kg,  
para diferentes grupos de edad  
(Si la maniobra ha de repetirse más de  
una vez por minuto, los valores de fuerza  
indicados deben reducirse en un 30%).

Fuerzas límite horizontales  
ejercidas con una mano,  
en posición de pie.

estando el tronco razonablemente erguido.  
La fuerza está dirigida horizontalmente  
hacia adelante, fuera del plano coronal del  
tronco.



Operaciones de empuje hacia adelante en  
posición de pie.  
Con una mano.



Figura 7.105 Operación de empuje hacia delante con una mano y en posición de pie.

### A.- En posición de pie

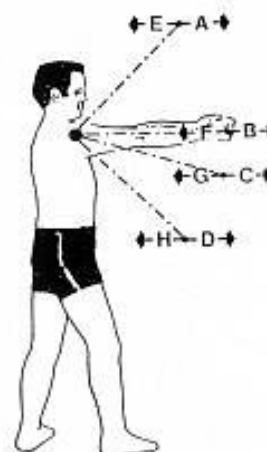
Valores límite de fuerza en Kg,  
para diferentes grupos de edad

(Si la maniobra ha de repetirse más de una vez por minuto, los valores de fuerza indicados deben reducirse en un 30%).

	GRUPOS DE EDAD		
	40 años Hombres	41-50 años Hombres	51-60 años Hombres
A	12	11	10
B	20	18	17
C	25	24	22
D	30	25	24
E	18	16	15
F	35	35	34
G	42	42	40
H	50	45	40

Fuerzas límite horizontales de tracción y empuje ejercidas con las dos manos, en posición de pie.

una pierna se encuentra delante de la otra, el tronco razonablemente erguido y los brazos completamente extendidos delante del tronco.



Operaciones de empuje y de tracción en posición de pie o con una rodilla apoyada en el suelo.  
Con ambas manos.

### B.- Con una rodilla apoyada en el suelo

Valores límite de fuerza en Kg,  
para diferentes grupos de edad

(Si la maniobra ha de repetirse más de una vez por minuto, los valores de fuerza indicados deben reducirse en un 30%).

	GRUPOS DE EDAD		
	40 años Hombres	41-50 años Hombres	51-60 años Hombres
A	11	11	10
B	20	20	19
C	27	25	24
D	22	18	15
E	15	12	11
F	38	27	24
G	45	33	25
H	50	42	30

Fuerzas límite horizontales de tracción y empuje ejercidas con las dos manos, con una rodilla apoyada en el suelo.

El muslo de la otra pierna está prácticamente paralelo al suelo, el tronco razonablemente erguido y los brazos completamente extendidos delante del tronco.

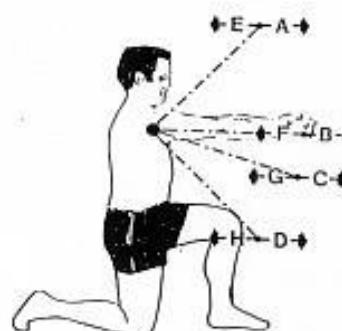


Figura 7.106 Operación de empuje y tracción horizontal con las dos manos.

## Método Surrey

Puesto de trabajo: ..... Empresa: .....  
Sector: ..... Turno: ..... Auditor: ..... Fecha: .../...../200..

OPERACIÓN	Tiempo < 1 min	Representación gráfica N°	Curva	Edad del trabajador	Valor medido	Valor teórico	Diferencia
1- Movimiento de cargas en posición de pie o cuclillas							
2- Movimiento de cargas en posición de pie o cuclillas con dos manos							
3- Movimiento de cargas en posición de sentado con una mano							
4- Movimiento de cargas en posición de sentado con dos manos							
5- Movimiento de cargas en posición de rodillas							
6- Movimiento de cargas en posición de rodillas con ambas manos							
7- Empuje palmar en posición de pie con una mano							
8- Empuje hacia delante en posición de pie con una mano							
9- Empuje y tracción horizontal con dos manos							

Si el Tiempo es  $\geq$  la capacidad se reduce en un 30 %

Resultado de la evaluación:

**VERDE:** valor medido < 5 % valor teórico

**AMARILLO:** valor medido de 5 % menor al teórico o igual

**ROJO:** valor medido > al teórico

Figura 7.107

Este último gráfico **hace** que el método pueda aplicarse en la determinación del esfuerzo máximo efectuado en el arrastre (tracción) o empuje de transpaletas, zorras, carros, etc., en el momento de la ruptura de la inercia (comienzo del movimiento del transporte).

Para utilizar la planilla lo primero que se hace es ubicar cual operación corresponde y se señala en la línea, luego se van completando los casilleros, comenzando por indicar si la operación tiene o no un tiempo continuo de esfuerzo igual o mayor a un minuto, luego para dar lugar a la trazabilidad se indica que representación gráfica elegida dentro de la planilla y cual curva se utiliza la que surge de dos forma, como observación del experto usando como guía el brazo de la planilla o por medio de la determinación de las medidas según coordenadas ortogonales en base a los dibujos en escalan, en donde surge la curva a elegir, se toma la edad del trabajador y en base a ella se toma el límite o valor teórico

En la evaluación con un dinamómetro se toma el esfuerzo que hace el hombre el cual se coloca como valor medido y el valor teórico sale de la tabla de la planilla, teniendo como entradas la edad del trabajador y la curva elegida, colocando el valor en el casillero correspondiente. Se hace la diferencia entre el valor teórico (el de la tabla o si corresponde reducido en un 30% se la persona es mujer o si el tiempo de acción supera el minuto) y el valor medido, si la diferencia es nula o negativa el resultado es rojo, el puesto tiene riesgo de generar una enfermedad en el hombre en este caso tiene comprometida su columna vertebral, si la diferencia es menor a un 5% del valor teórico el resultado es amarillo, lo que significa que hay un riesgo poco significativo en la población laboral del puesto (en nuestro caso tarea) y

si el valor es igual o mayor al 5 % del teórico (o teórico corregido), el resultado es verde lo que significa que no hay riesgo ergonómico en la tarea a desarrollar

### 7.3.2 Índice Moore Garg

Este método es de fácil aplicación. Consiste en determinar un índice que surge del producto de distintos factores, cada uno de ellos valorizado según una escala individual y propia. Dichos factores son:

- Intensidad del esfuerzo
- Duración del esfuerzo
- Frecuencia del esfuerzo
- Postura de la mano-puño
- Ritmo de trabajo
- Duración del trabajo

De acuerdo con lo establecido por quienes desarrollaron el método, la interpretación del índice se establece comparando numéricamente ciertos valores. Si este es menor que 3 se considera que la tarea por este método no conlleva riesgo alguno; si el valor está comprendido entre 3 y 7 la tarea no conlleva riesgo importante, pero sería bueno estudiarla para tratar de disminuir la carga laboral; pero si el valor es mayor que 7, la tarea debe ser estudiada de inmediato ya que indica un alto riesgo producir daño en el operario.

Cada factor es evaluado en forma independiente (dicha valorización se indica en la planilla de la Figura 7.108). La interpretación es subjetiva, aunque clara de interpretar en el caso de los factores *Intensidad del esfuerzo*, *Postura de la mano-puño* y, desde luego, en la evaluación del *Ritmo de trabajo*; los demás factores son perfectamente mensurables o cuantificables. Para poder trabajar mejor y eliminar la subjetividad cuando se analiza la intensidad del esfuerzo, es conveniente primero hacer una evaluación (si se aplican varios métodos a la vez) con un método objetivo, que realice la medición del esfuerzo (por ejemplo, el método Surrey, NIOSH 1991, etc.). También es recomendable aclarar los motivos por los que se toma una valorización y no otra. Esto evita discusiones en el momento de decidir invertir en modificaciones de puestos de trabajo o en la asignación de prioridades de trabajo según la importancia o peso del riesgo que se corre en cada caso.

En este método, como en todos, se debe establecer el estudio respecto al trabajador más desfavorecido por la tarea (el más sacrificado), esto no implica que sea el más pequeño y en muchas ocasiones esta resulta ventajoso. El más desfavorecido puede ser el más corpulento (gordo) o el más alto (el primero probablemente no quepa o le cueste adoptar una posición, y el segundo probablemente tenga que encorvarse).



## Índice de Moore y Garg

**Tarea** .....  
**Sector**.....  
**Puesto de Trabajo:** .....

Tipos de factores	Caracterización	Multiplicador	Encontrado	Observaciones
<b>Intensidad del esfuerzo (FIT)</b>				
Leve	Tranquilo	1,0	<input type="text"/>	
Medio	Se percibe algún esfuerzo	3,0	<input type="text"/>	
Pesado	Esfuerzo claro; sin expresión facial	6,0	<input type="text"/>	
Muy pesado	Esfuerzo claro; cambio de expresión facial	9,0	<input type="text"/>	
Próximo al máximo	Emplea tronco y miembros	13,0	<input type="text"/>	
			X	
<b>Duración del esfuerzo (FDE)</b>				
< 10% del ciclo		0,5	<input type="text"/>	
10 – 29% del ciclo		1,0	<input type="text"/>	
30 – 49% del ciclo		1,5	<input type="text"/>	
50 – 79% del ciclo		2,0	<input type="text"/>	
> 80% del ciclo		3,0	<input type="text"/>	
			X	
<b>Frecuencia del esfuerzo (FFE)</b>				
< 4 por minuto		0,5	<input type="text"/>	
4 – 8 por minuto		1,0	<input type="text"/>	
9 – 14 por minuto		1,5	<input type="text"/>	
15 – 19 por minuto		2,0	<input type="text"/>	
> 20 por minuto		3,0	<input type="text"/>	
			X	
<b>Postura de la mano-puño (FPMP)</b>				
Muy buena	Neutro	1,0	<input type="text"/>	
Buena	Cercana al neutro	1,0	<input type="text"/>	
Razonable	No neutra	1,5	<input type="text"/>	
Mala	Desvío claro	2,0	<input type="text"/>	
Muy mala	Desvío cercano al máximo	3,0	<input type="text"/>	
			X	
<b>Ritmo del trabajo (FRT)</b>				
Muy lento	≤ 80%	1,0	<input type="text"/>	
Lento	81 – 90%	1,0	<input type="text"/>	
Razonable	91 – 100%	1,0	<input type="text"/>	
Rápido	100 – 115% (acelerado, aunque acompaña)	1,5	<input type="text"/>	
Muy rápido	> 115% (acelerado, no acompaña)	2,0	<input type="text"/>	
			X	
<b>Duración del trabajo (FDT)</b>				
≤ 1 hora por día		0,25	<input type="text"/>	
1 – 2 horas por día		0,50	<input type="text"/>	
2 – 4 horas por día		0,75	<input type="text"/>	
4 – 8 horas por día		1,00	<input type="text"/>	
> 8 horas por día		1,50	<input type="text"/>	
			X	

**INDICE (FITx FDE x FFE x FPMP x FRT x FDT)**

**Interpretación de riesgo**

- < 3,0 Verde
- 3,0 – 7,0 Amarillo
- > 7,0 Rojo

Fecha: / /20...  
 Evaluadores: .....

Figura 7.108 Índice de Moore y Garg

La aplicación de la evaluación en la planilla es relativamente sencilla, lo primero que se debe evaluar es la intensidad del esfuerzo este es subjetivo ya que se debe decidir por las cinco alternativas que hay por opción de allí la importancia de la experiencia del evaluador ya que él va a indicar cual es sobre la base del esfuerzo medido con un dinamómetro y el segmento corporal que lo efectúa, dedo o varios dedos, palma de la mano, muñeca, etc., indicara cual es la alternativa válida y al indicarla queda establecido el valor del factor.

Luego determina el porcentaje del ciclo en donde el individuo hace el esfuerzo lo que dá el valor del factor, seguido toma la cantidad (frecuencia) de veces que hace el esfuerzo en el término de un minuto y lo anota, de modo que nuevamente queda valorizado en forma indirecta el factor

El siguiente factor también es subjetivo pero con la ayuda de la figura 7.32 (diferentes posturas de las manos y muñecas) se determina si es neutra, si tiene un desvío cercano al neutro, si es no neutra cuando hay una desviación importante, desvío claro cuando sobrepasa el límite de confortabilidad y el último (desvío cercano al máximo) es muy fácil de ver)

En cuanto al ritmo de trabajo debe ser establecido por alguien que posea conocimientos de ritmo de trabajo ya que este solo lo conoce un experto, de carecer de alguien que lo indique se coloca ritmo razonable neutraliza el factor

El último factor es de vital importancia ya que se debe tener en cuenta no solo la tarea evaluada sino todas las que efectúa la persona en el trabajo y aquí hay que juzgar cuando no hay monotarea si las otras desarrolladas tienen el mismo compromiso muscular (en cuyo caso se toma el total del tiempo trabajado), de lo contrario hay que ver si son más pesadas (se toma toda la jornada) o son menos exigentes (donde se toma el tiempo empleado en la tarea evaluada). Fundamentalmente este factor castiga las horas extras ya que si las hay baja los límites de exigencia para mantener el trabajo dentro de los límites de la soportabilidad.

El resultado (el producto del valor de todos los factores) si es menor que 3 es verde (no hay riesgo alguno,) entre 3 y 7 es amarillo (lo que significa que hay un riesgo poco significativo en la población laboral afectada a labores en el puesto), si el valor supera 7 significa que es rojo y la tarea tiene riesgo de generar afecciones al trabajador

### **7.3.3. Método Sue Rodgers**

Este método de análisis ergonómico de puestos de trabajo también es sencillo. Consiste en evaluar tres factores:

- La carga
- La duración del esfuerzo
- La frecuencia con que se efectúa

La evaluación se realiza en segmentos corporales perfectamente definidos:

- cuello
- hombros
- tronco
- antebrazos- brazos
- manos – puños – dedos
- piernas – pies – dedos

Cada factor tiene la posibilidades adquirir valores entre 1 y 3. En el nivel de esfuerzo la apreciación es subjetiva, pero no así en el resto (ver). Con el fin de evitar errores, en la planilla se dan definiciones de referencia para cada segmento corporal en cuestión (Figura 7.109).

El valor que se obtiene en cada fila de cada segmento corporal es 111 como mínimo y 333 como máximo. Para la comparación se toma el resultado más desfavorable, según el criterio de la derecha de la planilla, y ese es el que corresponde al análisis final. Se respeta el criterio original del autor del método anterior (Índice de Moore y Garg o método Surrey) con respecto en que casos se debe actuar.

**METODO  
SUE RODGERS**

Tarea .....

Sector

Puesto de trabajo .....

	NIVEL DE ESFUERZO	TIEMPO DE ESFUERZO	ESFUERZO POR MINUTO	RESULTADOS
	1-Bajo 2-Moderad 3-Pesado	1 = 0*-5" 2 = 6-20" 3 = > 20"	1 = 0 A 1 2 = 2 A 5 3 = > 5	
CUELLO				<b>VERDE</b> 111 112 113 121 122 131 211 212 311
HOMBROS				
TRONCO				
BRAZOS ANTEBRAZOS				<b>AMARILLO</b> 123 132 221 213 222 232 231 312
MANOS PUÑOS DEDOS				<b>ROJO</b> 133 223 313 233 322 321 331 323 333 332
PIERNAS PIES DEDOS				

**NIVEL DE ESFUERZO**

**BAJO (0 – 30%)**

**MODERADO (30-70%)**

**PESADO (70-100%)**

CUELLO	La cabeza gira parcialmente. La cabeza está ligeramente hacia delante.	La cabeza gira totalmente hacia el costado La cabeza está totalmente tirada hacia atrás La cabeza está hacia el frente en 20°	Igual al moderado, aunque con aplicación de fuerza. La cabeza está flexionada en más de 20°.
HOMBROS	Brazos ligeramente recogidos Brazos extendidos con algún apoyo	Brazos recogidos sin apoyo Brazos flexionados (nivel de la cabeza)	Aplica fuerza o sostiene peso con los brazos separados del cuerpo o al nivel de la cabeza.
TRONCO	Inclinado ligeramente hacia un lado Ligeramente flexionado	Flexionado hacia delante sin carga Levanta carga de peso moderado próximo al cuerpo Trabajo próximo al nivel de la cabeza	Levanta o aplica fuerza con rotación. Gran fuerza con flexión del tronco.
BRAZOS ANTEBRAZOS	Brazos ligeramente retirados del cuerpo sin carga Aplicación de poca fuerza o levantando pequeña carga próxima al cuerpo	Rotación del brazo, ejerciendo fuerza moderada	Aplicación de gran fuerza con rotación. Levantamiento de cargas con los brazos extendidos
MANOS PUÑOS DEDOS	Aplicación de pequeña fuerza en objetos próximos al cuerpo. Puño recto, con aplicación de fuerza para agarre pequeño	Area de agarre grande o estrecha. Moderado ángulo del puño, especialmente en la flexión Uso de guantes con fuerza moderada	Pinzamiento con los dedos Puño en ángulo con fuerza Superficie corrugada
PIERNAS PIES DEDOS	Parado, caminando sin flexionarse Peso del cuerpo sobre ambos pies	Flexión hacia delante Inclinarse sobre la mesa de trabajo Peso del cuerpo sobre un pie Girar el cuerpo sin ejercer fuerza	Ejerciendo grandes esfuerzos para levantar algún objeto Agacharse ejerciendo fuerza

Fecha / / 201..  
Evaluador .....

**Figura 7.109 Método Sue Rodgers**

Para llenar la planilla y obtener el resultado se debe seguir los siguientes pasos, primero se toma la frecuencia (veces por minuto) que actúa esforzándose cada segmento corporal y se lo va marcando según corresponda 1, 2 o 3, luego se determina el tiempo de duración de cada esfuerzo según el

segmento corporal y sobre la base de lo indicado para 1, 2 o 3, se marca en el casillero correspondiente, por último según la tabla de la planilla se busca por segmento corporal el valor del esfuerzo (por acción similar a la gradada).

De acuerdo a los valores que de se compara con los tres cuadros de la derecha y se coloca el

Tarea:

Sector

valor (color) según corresponda, si todas las filas dan verde la tarea es verde, si una o más es amarilla y el resto verde la tarea es amarilla y si hay una o más rojas independiente mente del resto la tarea es roja

#### 7.3.4. Método Proderg

Este método, es más complejo que los anteriores, también es denominado s *Antropometría dinámica por esfuerzo físico*. Consiste en efectuar el estudio de acuerdo con una serie de pasos, perfectamente definidos en una planilla (Figura 7.110) con el fin de no cometer errores que falseen el resultado final del trabajo.

Para aplicar este método es recomendable filmar varios ciclos de la tarea y luego en la oficina hacer el estudio ya que se puede trabajar cuadro por cuadro para ver con más detalles las acciones llevadas a cargo por quién realice el trabajo

El primer paso consiste en determinar cuales son los movimientos comprometidos en el desarrollo de la tarea en cuestión. Para ello se evalúa inicialmente el movimientos de los dedos (*ver atrás* Figuras 7.32.y de la Figura 7.36 a la 7.42); luego se observan los movimientos de las manos y puños (*ver atrás* Figura 7.34 y 7.35; posteriormente se analizan los movimientos de antebrazos sin apoyo (*ver atrás* Figuras 7.47, 7.48 y 7.49 y del trabajo de los hombros sin apoyo (*ver atrás* Figuras entre 7.49 a 7.54); por último se observa la flexión de la cintura (Figura 7.57 a 7.60 y 7.62).

De acuerdo con los movimientos observados en el *primer paso*, es conveniente tachar las acciones que no intervienen en la tarea, en el *segundo paso* se marcan los tiempos del ciclo que corresponda a la labor (según corresponda por la fila superior), y en el *tercer paso* se marcan las proporciones porcentuales del ciclo empleadas en cada movimiento observado. En el *cuarto paso* se coloca el valor en kilogramos del esfuerzo comprometido en cada movimiento observado (esto es fácil de determinar con un dinamómetro). A continuación, lo que se hace es sumar los valores determinados para cada movimiento en el segundo, tercer y cuarto paso (son los marcados en cada fila); el resultado tiene un valor que varía entre cero (0) y doce (12).

De los valores obtenidos en las sumatorias se toma el mayor de todos (es el que prima), este se asienta debajo de todos los totales (nota máxima (N/M)).

Este método tiene la ventaja que toma en cuenta varios factores que no lo hacen otros métodos simples, es considerar las vibraciones y la compresión mecánica (estrés de contacto), para ello si existen vibraciones dentro de la magnitud y frecuencias que afecta al hombre, se pone sí en el casillero correspondiente y al valor (N/M) se le suma 2, si hay compresión mecánica que afecta al hombre como ser corte de circulación sanguínea o presión sobre los tendones, por ejemplo por tener que estar apoyado en un borde filoso (una arista) se marca sí en el casillero y al valor (N/M) se le suma 3, el valor resultante entre (N/M) y los factores mencionados es el que se usa para valorar según el cuadro de de clasificación real en verde, amarillo o rojo

En el *quinto paso* se agregan los valores correspondientes a vibraciones o a compresión (se suman 2 y/o 3 según corresponda al valor obtenido anteriormente por calificación). Si la calificación es igual o menor a 4, se considera que no hay riesgo alguno. Si es de 5 a 8, la operación debería ser observada; pero si es mayor de 9 tiene que ser reconformada indefectiblemente.

El método indica que luego de realizado el estudio conviene analizar la frecuencia, pero esto no siempre se contempla al considerarse un paso extra dentro de las medidas a tomar.

Puesto de trabajo:

1° Paso - Observación de movimientos	2° Paso - Obtención del ciclo										Sub total	4° Paso - Obtención de la fuerza					TOTAL
	0		1		2		3		4			0	1	2	3	4	
	>10 1"		61 a 100 "		31 a 60"		11 a 30"		<10 "			< 500 g	0,5 a 1,3 kg	1,31a 2,1 kg	2,11a 2,9 kg	> 2,91 kg	
<b>Dedos</b>																	
1- Hiperflexión de los dedos																	
2- Hiperextensión de los dedos																	
3- Abducción del pulgar																	
4- Prensión o pinza pulpar																	
5- Pinza																	
6- Toma con manos (prensión)																	
7- Compresión palpar																	
<b>Manos / puño</b>																	
8- Desvío radial																	
9- Desvío lunar																	
10- Flexión del puño																	
11- Extensión del puño																	
<b>Antebrazo s/apoyo</b>																	
12- Flexionado < 90°																	
13- Extendido 45° > 90°																	
14- Supinazo																	
15- Pronado																	
<b>Hombros s/apoyo</b>																	
16- Flexión > 45°																	
17- Abducción																	
18- Aducción																	
19- Rotación																	
20- Extensión																	
21- Tronco flexionado																	
	< 5%		6% a 18%		19% a 31%		32% a44%		>45%		Nota máxima (N/M)						

3° Paso - Obtención de las proporciones

6° Paso - Plano de acción

Plano de acción
Corto plazo
Uso de aspiradora
Mediano plazo
Largo plazo

5° Paso - Análisis real y puntual

2	Vibración	
3	Compresión mecánica	
		=
Clasificación real (CR)		
CR	Verde	0-4
	Amarillo	5-8
	Rojo	9-15
Ajuste (CR) en función del tiempo		
Tipo		
	COLOR	VALOR

Figura 7.110 Método Proderg

### 7.3.5. Método Niosh 1991

(NIOSH 1991. Ecuación revisada de levantamiento de cargas)

Las dolencias atribuidas al levantamiento manual de cargas para actividades continuas constituyen una de las preocupaciones de los profesionales de la salud y de la seguridad ocupacional. A pesar de los esfuerzos de control, que incluyen programas destinados a algunos trabajadores y a ciertos puestos, las enfermedades de columna relacionadas con el trabajo continúan aumentando en significativa proporción, lesionando a las personas e incrementando los costos de tratamiento y rehabilitación.

Solamente en los EEUU, según el Departamento de Estadística del Ministerio de Trabajo (DOL), las lesiones de columna constituyen aproximadamente el 20 % de todas las lesiones y quejas relacionadas con el trabajo y alrededor del 25 % del costo por ausencia remunerada de los trabajadores. El informe más reciente del consejo Nacional de Seguridad del Trabajo (EUA) indica que la sobrecarga es la causa más común de dolencias ocupacionales, contabilizando el 31 % de la totalidad de las dolencias. Además, la columna es la parte del cuerpo más lesionada (22 % de 1,7 millones de lesiones) y la de mayor incidencia en el sistema de compensación de los trabajadores.

En nuestro país el manejo y levantamiento de las cargas constituye la principal causa de lumbalgias, que aparecen como consecuencias de sobreesfuerzos o como resultado directo de esfuerzos repetitivos, además de otros factores tales como empujar, jalar, posturas inadecuadas o forzadas, vibraciones, etc.

En la década del 80, el National Institute of Safety and Health (NIOSH) --Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional-- observó un incremento de los problemas de lesiones en espalda relacionadas con el tipo de trabajo, por lo cual creó un comité de expertos para revisar la metodología sobre manipulación de cargas y levantamiento de pesos. Este comité desarrolló la NIOSH Work Practices Guide for Manual Lifting (NIOSH WPG, 1981), conocida en español como Guía práctica para el levantamiento manual de cargas. Esta guía contenía un resumen de la literatura relacionada con el manipuleo de cargas anterior a 1981, algunos procedimientos analíticos y una ecuación de levantamiento de carga para calcular el peso recomendado durante una tarea simétrica, utilizando ambas manos; también contenía un dato aproximado para el control de riesgos de lesiones por levantamiento manual. A este dato se lo llamó límite de acción (AL), con este término resultante se designó el peso recomendado derivado de la ecuación de levantamiento. Se creó, entonces, una herramienta que permitió identificar los riesgos por levantamiento y recomendar un límite de peso adecuado para cada tarea en cuestión.

En 1985, el NIOSH solicitó al comité ad hoc de expertos que revisara la literatura existente sobre levantamiento de cargas, incluyendo la ecuación NIOSH WPG (1981). La literatura analizada se resumió en un documento titulado Documentación científica de auxilio para la ecuación revisada de levantamiento de carga, NIOSH 1991. Sobre la base de los resultados de la investigación, el comité recomendó criterios que definieron la capacidad de levantamiento para trabajadores sanos, y que permitieron formular una ecuación revisada de levantamiento de carga. El comité a cargo de este trabajo estuvo integrado por M. M. Ayoub, Donald B. Chaffin, Colin G. Drury, Arun Garg y Suzanne Rodgers, y los representantes del NIOSH fueron Vem Putz-Anderson y Thomas R. Waters.

El método NIOSH fue desarrollado con la intención de prevenir lesiones en toda la población de trabajadores (varones y mujeres). Además, este método introduce nuevos factores, tales como el manejo asimétrico de las cargas, la duración de la tarea, la frecuencia de la acción y la calidad de agarre.

La ecuación revisada no es infalible; el límite de peso recomendado, derivado de la ecuación, debe interpretarse como un dato técnico y no definitivo. Además, la aplicación adecuada de la ecuación revisada resulta más apropiada para proteger la salud de los trabajadores en una gran variedad de tareas de levantamiento, que cuando se aplican métodos basados en un único factor o criterio.

Finalmente, podemos señalar que tanto la ecuación de levantamiento de 1981, como su modificación NIOSH 1991, no son más que herramientas para la prevención de lesiones en la espalda y para evitar ausencias; tampoco debemos olvidar que el levantamiento de cargas es sólo un factor entre otros posibles que ocasionan lesiones. Otras causas de riesgo pueden ser la vibración de todo el cuerpo, la postura estática, los períodos prolongados de trabajo sentado y los traumas directos sobre la espalda. Por

lo tanto, la aplicación de la ecuación revisada NIOSH 1991 debe ser parte de un proceso de investigación y de prevención de quejas relacionadas con la columna y con la espalda, y debe tener como objetivo proponer una solución para los problemas que tienen los usuarios de ciertos puestos de trabajo.

En resumen, podemos decir que en las ecuaciones NIOSH fueron tenidos en cuenta los siguientes tres criterios:

- *Biomecánico*: limita el estrés en la región lumbosacra, disminuyendo los esfuerzos y eliminando los sobreesfuerzos.
- *Fisiológico*: limita el estrés metabólico y la repetición de los esfuerzos en forma desmedida (fatiga asociada a la repetitividad).
- *Psicofísico*: limita la carga, en función de la percepción de la capacidad propia del trabajador.

### 7.3.5.1 Campo de aplicación

Este método, como ya lo dijimos, combina los conceptos biomecánicos, fisiológicos y psicofísicos, estableciendo una carga máxima que corresponde al menor peso obtenido tras la aplicación de estos tres conceptos.

El criterio biomecánico limita el esfuerzo sacrolumbar, que es sumamente importante en el levantamiento de cargas. Por otro lado, el criterio fisiológico limita el esfuerzo metabólico y el cansancio asociado a la tarea; por último, el criterio psicofísico limita la carga de trabajo sobre la base de la percepción del trabajador en cuanto a su capacidad de levantar peso (con excepción del levantamiento de cargas con frecuencias elevadas -aproximadamente de 6 veces por minuto).

CRITERIO	DISEÑO	VALOR DE CORTE
Biomecánico	Máxima fuerza de compresión en disco	3,4 kN
Fisiológico	Máximo gasto de energía	2,2 a 4,7 kcal/min (0,153 a 0,328 w)
Psicofísico	Máximo peso aceptable	Aceptable para 75% de Las mujeres y el 99 % de los varones

### Factores que intervienen en cada uno de los criterios:

#### *Criterio biomecánico*

- 1- Disco intervertebral L5-S1 como punto de mayor esfuerzo lumbar durante el levantamiento
- 2- Se considera la fuerza de compresión como el vector de esfuerzo crítico
- 3- Se tiene a 3,4 kN como la fuerza de compresión que determina el incremento del riesgo de lesión lumbar.

#### *Criterio fisiológico*

- 1- Se toma 9,5 kcal/min como magnitud base de la capacidad máxima aeróbica para determinar el gasto de energía límite en tareas de levantamiento frecuente (tareas repetitivas).
- 2- Se toma el 70 % de la capacidad aeróbica como base máxima para determinar el gasto de energía límite en tareas de levantamiento, con esfuerzo predominante en los brazos (levantar por encima de los 75 cm).
- 3- Se fija el 50 %, 40 % y 33 % de la capacidad máxima aeróbica para determinar los límites de consumo, cuando la duración de la tarea dura respectivamente 1 hora, entre 1 y 2 horas y entre 2 y 8 horas.

#### *Criterio psicofísico*

- 1- Elección de un criterio aceptable para el 75 % de las mujeres
- 2- Uso de pesos máximos aceptables para los levantamientos y de fuerza necesaria para determinar los límites de peso recomendados.

Cabe señalar que lo anteriormente dicho es solo aplicable a tareas de levantamiento con las dos manos y no que no debe extrapolarse a tareas efectuadas con una sola mano. Además hay que señalar que la ecuación NIOSH (1991) requiere de lo siguiente:

- 1- Denotar una locación para los levantamientos a una altura de 75 cm y una distancia de 25 cm desde el punto medio de los tobillos.
- 2- Establecer una carga constante referida al máximo peso recomendado para los levantamientos desde la posición definida en 1- y en condiciones ideales (posición sagital, levantamientos ocasionales, buen agarre, desplazamiento inferior a 25 cm), aceptable para el 90 % de los varones y el 75 % de las mujeres.

### 7.3.5.2 Ecuación de levantamiento de cargas revisada

Para compenetrarnos con el uso de la ecuación, revisaremos la información necesaria para su uso adecuado, posibilitando el análisis de tareas de levantamiento con ambas manos. A continuación, trabajaremos sobre las definiciones, restricciones y limitaciones, y la necesidad de algunos datos para una ecuación revisada.

#### A. Definición de los términos

##### A.1 Límite de peso recomendado (RWL)

El RWL es el principal producto de la ecuación NIOSH de levantamiento de cargas. Se define, para parámetros específicos de las condiciones de trabajo, como el peso de carga que, aproximadamente, todos los trabajadores pueden manipular durante un lapso sustancial de tiempo (menor que 8 horas), sin que haya un aumento del riesgo de desarrollo de lesiones en la columna y en la espalda.

El RWL se define mediante la siguiente ecuación:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

Donde **LC** es el valor constante 23 kilogramos y el resto son factores correctores geométricos, temporales y de agarre.

A continuación, se describen detalladamente los componentes individuales de la ecuación.

##### A.2 Índice de levantamiento (LI)

El **LI** es un término que suministra una estimación relativa del nivel de estrés físico asociado con una tarea manual de levantamiento de cargas. La estimación del nivel de estrés físico se define mediante la relación entre el peso de la carga levantada y el límite de peso recomendado (RWL).

El **LI** se define mediante la siguiente ecuación:

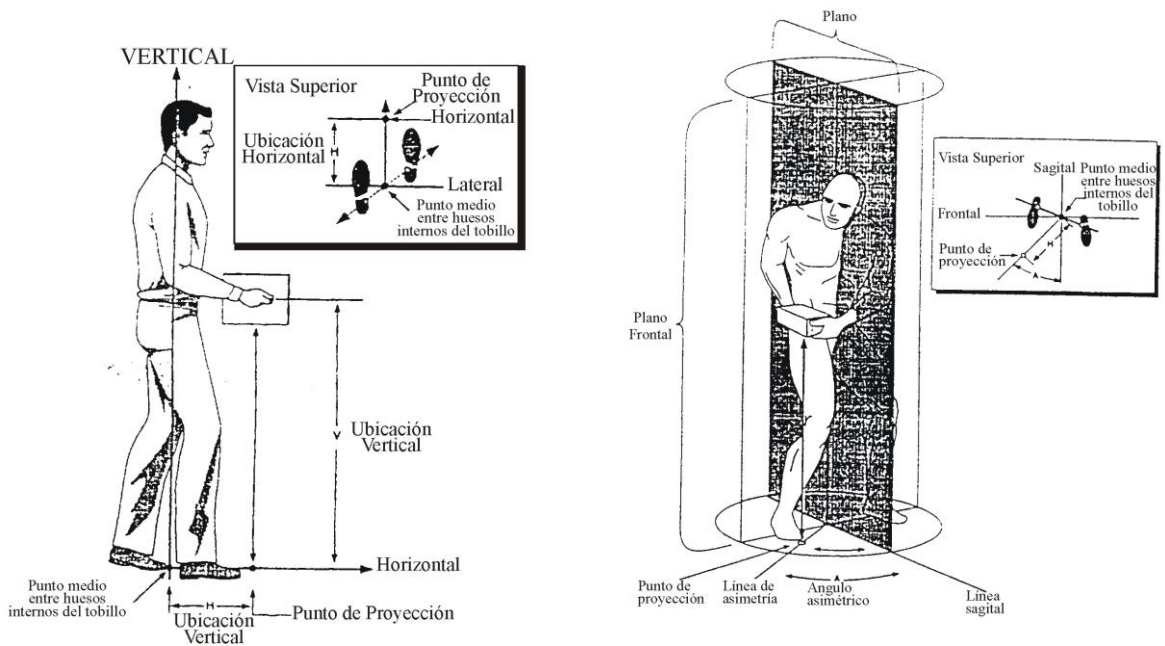
$$I = \frac{\text{Peso del objeto}}{\text{Límite de Peso Recomendado}} = \frac{L}{RWL}$$

##### A.3. Definiciones de datos y terminología

La lista de definiciones que se suministra a continuación se utiliza para la aplicación de la ecuación revisada NIOSH. La descripción detallada de cada término será analizada en secciones individuales, incluyendo los métodos para tomar las medidas y ejemplos de aplicación.



<b>Tarea de levantamiento</b>	Definido como el acto de manipular con ambas manos un objeto de tamaño y masa conocidos, sin asistencia mecánica y con un movimiento vertical del objeto.
<b>Peso de la carga (L)</b>	Peso del objeto en kilogramos a levantar o bajar, incluyendo el container.
<b>Localización horizontal (H)</b>	Distancia entre las manos y el punto medio de los tobillos, en centímetros (medir el origen y el destino de la tarea).
<b>Localización vertical (V)</b>	Distancia en centímetros entre las manos y el piso, midiendo el origen y el destino de la tarea. (Figura 7. 98A)
<b>Distancia vertical recorrida (D)</b>	Valor absoluto en centímetros entre las distancias verticales del origen al destino de la tarea.
<b>Angulo asimétrico (A)</b>	Medida angular entre el hueso frontal del trabajador y el objeto, entre el inicio y el fin de la tarea. (Figura 7.98B)
<b>Posición neutra del cuerpo</b>	Describe la posición del cuerpo cuando las manos están directamente hacia delante y hay una mínima torsión de las piernas, el tronco o los hombros.
<b>Frecuencia de la tarea (F)</b>	Es la media entre la cantidad de tareas por minuto por encima del período de 15 minutos.
<b>Duración de la tarea</b>	La duración de la tarea puede especificarse mediante la distribución del tiempo de trabajo y de recuperación (modelo de trabajo). La duración se clasifica como corta (1 hora), moderada (1 a 2 horas) o prolongada (2 a 8 horas), dependiendo del modelo de trabajo.
<b>Clasificación del agarre</b>	La clasificación de la calidad del agarre puede ser buena, razonable o mala.



**Localización vertical**

**Ángulo asimétrico**

**Figura 7.111 Localización**

## B. Limitaciones de la ecuación revisada NIOSH

Resumiendo, la ecuación revisada NIOSH no puede aplicarse en alguno de los siguientes casos:

- Levantar o bajar la carga con una de las manos.
- Levantar o bajar cargas durante más de 8 horas. En nuestro país normalmente se trabaja jornadas de 9 horas, pero se interrumpe la labor para merendar, desayunar o almorzar; por este motivo se considera que la fórmula es válida, aunque los sindicatos lo rechacen por no considerar como descanso a los horarios de comida.
- Levantar o bajar carga en posición sentado o agachado.
- Levantar o bajar carga en zonas de trabajo restringidas.
- Levantar o bajar carga de objetos inestables.
- Levantar o bajar carga con movimientos muy rápidos (superiores a 0,8 m/s).
- Levantar o bajar carga con piso o zapatos resbalosos (coeficiente de agarre < 0,4). Se deben tener en cuenta las condiciones del suelo y las características del calzado.
- Levantar o bajar carga en un ambiente desfavorable (temperaturas fuera del rango 19–26 °C; humedad relativa fuera del rango 35–50 %). En nuestro país es fácil encontrarse fuera del rango de temperatura estipulado, y en las zonas del litoral y pampa húmeda se está permanentemente por encima de la humedad relativa máxima.

En todos estos casos la ecuación revisada NIOSH no resulta apropiada. En tales casos posiblemente sea necesario realizar un análisis ergonómico comprensivo para cuantificar la extensión de otros estresantes físicos, como la postura prolongada de la espalda en posición no neutra, el trabajo sentado, la carga cíclica u otros factores ambientales desfavorables (calor extremo, frío, humedad, etc.). Algunos de estos factores, individualmente o combinados con el levantamiento manual de cargas, pueden empeorar o iniciar una lesión en la columna o en las costillas.

## C. La ecuación y sus funciones

La ecuación revisada para calcular el Límite de peso recomendado (RWL) se basa en un modelo múltiple que suministra un peso para cada uno de los seis factores. Los pesos se expresan como coeficientes que decrecen el peso constante (representan el peso máximo recomendado para levantar o bajar cargas en condiciones ideales). El RWL se define mediante la siguiente ecuación:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

		Métrico
Carga constante	LC	23 kg
Multiplicador horizontal	HM	(10/H)
Multiplicador vertical	VM	$1 - (0,003 *  V - 75 )$
Multiplicador de distancia	DM	$0,82 + (4,5/D)$
Multiplicador asimétrico	AM	$1 - (0,0032 * A)$
Multiplicador de frecuencia	FM	Tabla 1

Multiplicador del agarre	CM	Tabla 2
--------------------------	----	---------

### C.1. Componente horizontal

Es la distancia que media entre el punto medio de los tobillos y el punto medio de agarre de las manos (centro de la carga). Se debe medir en centímetros el origen y el destino de la tarea.

#### C.1.1. Multiplicador HM

Contempla el incremento de la distancia horizontal de la carga a la columna vertebral, que incrementa la fuerza de compresión en los discos; y hace que el peso máximo a elevar sea menor. La fuerza de compresión axial aplicada a la columna en el proceso de levantamiento es, generalmente, proporcional a la distancia horizontal de la carga a la columna. H es la distancia en centímetros del punto original medida sobre un plano horizontal ente las manos y los tobillos.

El multiplicador horizontal es  $25/H$ , para H medido en centímetros.  
**Si H es menor de 25 cm**, entonces el Multiplicador HM es igual a 1,0.  
 El HM decrece a medida que aumenta el valor de H.  
**Si H es mayor de 63 cm**, entonces  $HM = 0$ .

### C.2. Componente vertical (V)

Distancia en centímetros entre las manos y el piso (medir el origen y el destino de la tarea). V se mide verticalmente desde el piso hasta el punto medio de agarre de las manos.

#### C.2.1 Multiplicador vertical

En el caso de levantar cargas próximas a la superficie del suelo, se aumenta el esfuerzo lumbar y el consumo energético. En la formula se estableció una disminución del 22,5 % para reducir la carga admitida en los levantamientos cuando la acción se realiza al nivel de los hombros (150 cm).

Para determinar el multiplicador vertical (VM), se debe calcular el valor absoluto o desvío de V, con relación a la altura ideal de 75 cm. Esta altura es la medida entre las articulaciones de los dedos de las manos al piso, en el caso de una persona de estatura media (1,65 m).

Cuando V es igual a 75 cm, el multiplicador vertical es igual a 1,0.  
 El valor de **VM** decrece linealmente con el aumento o disminución del valor de V a partir de los 75 cm.  
 A nivel del piso, VM es igual a 0,78; a 175 cm de altura, VM es igual a 0,7.  
**Si V es mayor de 175 cm**, entonces  $VM = 0$

### C.3. Componente de distancia recorrida

Valor absoluto en centímetros entre las distancias verticales del origen y el destino de la tarea. Para levantamiento de cargas, D puede calcularse sobre la base de la diferencia entre la localización vertical (V) del destino y la del origen de la carga. Para colocación de la carga puede calcularse mediante la diferencia entre el origen y el destino.

#### C.3.1. Multiplicador de distancia vertical recorrida

De acuerdo con los estudios psicofísicos, hay una reducción del orden del 15 % de la carga máxima aceptable cuando la distancia movida se aproxima al máximo (es decir, cuando su origen está próximo a la superficie del suelo y finaliza a la altura de los hombros), y una constante que se mantiene cuando la distancia desplazada de la carga es menor a 25 cm.

El multiplicador de distancia (DM) es  $[0,82 + (4,5/D)]$

Cuando D es menor de 25 cm, se asume que  $D = 25$  cm y que DM es igual a 1,0.  
El multiplicador de distancia decrece gradualmente a medida que aumenta la distancia recorrida D  
Para  $D = 175$  cm,  $DM = 0,85$ .  
Por lo tanto, el rango de DM está entre 1,0 y 0,85.

#### C.4. Componente asimétrico

La asimetría se refiere al levantamiento de carga que se inicia y se termina fuera del plano sagital medio del trabajador. En general, el levantamiento asimétrico puede evitarse. En los casos inevitables, hay una significativa reducción de los límites utilizados para un levantamiento simétrico.

##### C.4.1. Multiplicador asimétrico

Sobre la base de los estudios quedó establecida una disminución del máximo peso admitido (8 al 22 %), y una disminución de la fuerza isométrica de los levantamientos del orden del 39 % para tareas asimétricas, por lo que la disminución se fijó en el 30 % menos del peso permitido.

El multiplicador asimétrico (AM) es  $1 - (0,0032 * A)$   
El valor máximo de AM es 1,0, cuando la carga se manipula directamente adelante del cuerpo  
El valor de AM decrece linealmente a medida que aumenta el ángulo de asimetría (A)  
Para  $A = 135^\circ$ ,  $AM = 0,57$   
**Si A es mayor de  $135^\circ$ , entonces  $AM = 0$  y la carga es 0.**

#### C.5. Componente de frecuencia

El multiplicador de frecuencia se define por el número de levantamientos por minuto (frecuencia), la cantidad de tiempo dedicado a la actividad de levantamiento (duración) y la distancia vertical entre el objeto y el piso. La frecuencia de levantamiento se refiere a la media de tareas realizadas por minuto medida en un período mayor de 15 minutos.

##### C.5.1. Duración de la tarea

La tarea se clasifica de acuerdo con su duración en tres categorías: corta, moderada o prolongada, basándose en el patrón de tiempo de trabajo continuo y en el tiempo de trabajo de recuperación.

1. El *trabajo de corta duración* se define como tareas de 1 hora o menos, con tiempo de recuperación de 1,2 veces el tiempo de trabajo.
2. El *trabajo de duración moderada* se define como tareas de 1 a 2 horas, con tiempo de recuperación de 0,3 veces el tiempo de trabajo.
3. El *trabajo de duración prolongada* se define como tareas de entre 2 y 8 horas; no hay pesos admitidos para tareas con duración mayor de 8 horas.

##### C.5.2. Multiplicador de frecuencia (FM)

Para las frecuencias de levantamiento **normales** se lo calcula hasta 4 por minuto. Para mayores frecuencias es necesario recurrir a los datos psicofísicos establecidos por Snook y Ciriello, y a los valores de la tabla de la Figura 7.99 realizada según los datos de gasto de energía de Garg.

Los valores están comprendidos entre 1 y 0,00, tabulados en función de la frecuencia (desde 0,2 levantamientos por minuto hasta más de 15), la duración de la jornada y la posición vertical (inferior o mayor a 75 cm).

El multiplicador de frecuencia (FM) se obtiene directamente de la tabla de la Figura 7.99 a partir de los datos citados precedentemente. Para tareas con frecuencia por debajo de 0,2 por minuto, se consideran 0,2 tareas por minuto. Para tareas no frecuentes ( $F < 0,1$  tareas/minuto), pero con suficiente tiempo de recuperación, debemos analizar la categoría de corta duración (1 hora).

Jornada Frecuencia (veces/min)	D U R A C I O N					
	< 1 hora		1-2 horas		2-8 horas	
	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75
≤ 2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0.5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 7.112 Multiplicadores de frecuencia

### C.6. Componente del agarre

El agarre natural de las manos al objeto que debe ser cargado puede afectar no solamente a la fuerza máxima que debe realizar el operador, sino también a la localización vertical de las manos durante el levantamiento. Un buen agarre reduce la fuerza máxima requerida y aumenta el peso aceptable de la carga a levantar; mientras que un mal agarre aumenta esta fuerza y reduce el peso aceptable. Las cargas con agarres apropiados facilitan los levantamientos y evitan los vuelcos de la carga, es por eso que en el método los agarres pobres tienen una penalización. El analista debe clasificar la capacidad de agarre como *bueno*, *razonable* o *mala*. Las tres categorías se definen en la tabla de la Figura 7.100.

Buena	Razonable	Mala
1. Para recipientes con diseño óptimo y con óptimo lugar para agarre.	1. Para recipientes con diseño óptimo, pero con lugar para un agarre razonable.	1. Para recipientes con diseño desfavorable u objetos irregulares y voluminosos, difíciles de manipular o con aristas vivas.
2. Para objetos irregulares que normalmente no están en recipientes; una <i>bueno</i> capacidad de agarre puede definirse como cómoda cuando cada una de las manos puede abarcar al objeto.	2. Para recipientes con diseño óptimo, pero sin lugar razonable para agarre, o para objetos irregulares, una capacidad de agarre <i>razonable</i> es la que puede definirse cuando cada mano puede flexionarse a alrededor de 90°.	2. Manipulando objetos no rígidos, sin contenedor

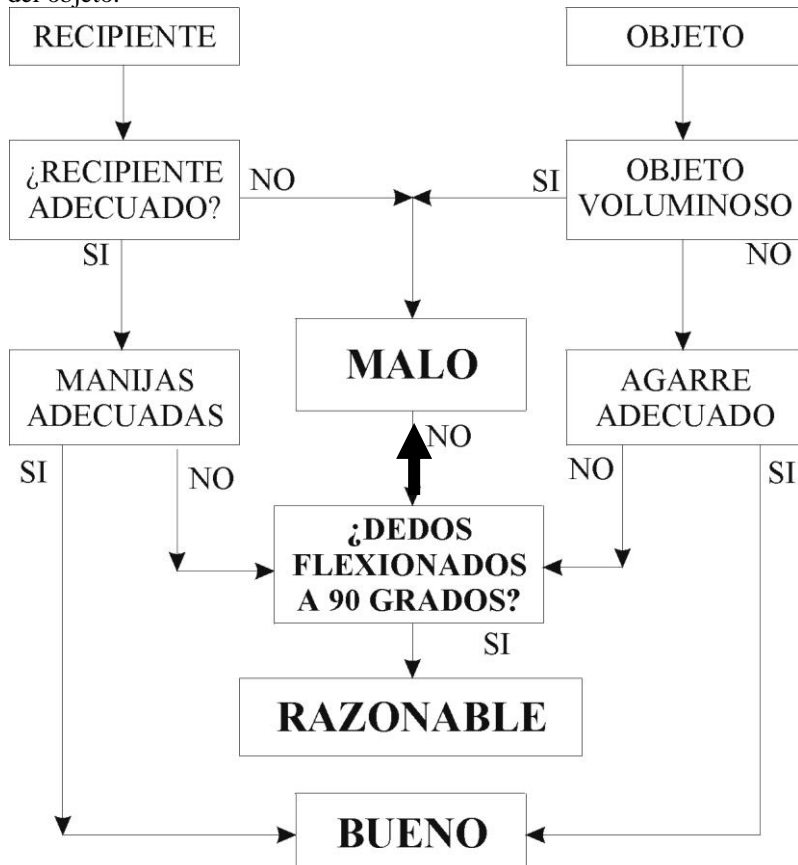
Figura 7.113

#### C.6.1. Multiplicador del agarre

Tipo de agarre	Multiplicador del agarre	
	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
<i>Buena</i>	1,00	1,00
<i>Razonable</i>	0,95	1,00
<i>Mala</i>	0,90	0,90

**Figura 7.114 Multiplicador de agarre**

El flujograma de decisión que presentamos en la Figura 7.102 puede resultar útil para clasificar el agarre del objeto.



**Figura 7.115 Clasificación del agarre: flujograma de decisión**

Tomemos en cuenta lo siguiente:

- Una manija óptima tiene 1,9 a 3,8 cm de diámetro, 12 cm de longitud y 6,5 de espacio para las manos.
- Un espacio óptimo para agarre tiene 3,8 cm de altura, 12 cm de longitud, contorno semioval, espacio de 5 cm para los dedos/las manos, superficie lisa pero no resbalosa y 0,6 cm de espesor del recipiente.
- El recipiente ideal tiene 40 cm de longitud frontal, 30 cm de altura y superficie lisa pero no resbaladiza.
- El trabajador debe poder introducir los dedos por debajo de la caja de cartón con un ángulo de 90°.
- El recipiente no se considera óptimo cuando la longitud frontal es mayor de 40 cm, la altura mayor que 30 cm, su superficie es rugosa o resbaladiza, sus aristas son vivas, el centro de su masa es asimétrico y su contenido es inestable o se requiere el uso de guantes.
- El trabajador puede asir el objeto con comodidad, sin desvíos excesivos del puño o posturas forzadas, y la acción de asirlo no debe exigir fuerza excesiva.

#### **D. Índice de levantamiento**

El índice de levantamiento (LI) provee una estimación relativa del estrés físico asociado con el trabajo manual de levantamiento.

$$I = \frac{\text{Peso del objeto}}{\text{Límite de peso recomendado}} = \frac{L}{RWL}$$

#### **D.1 Interpretación de los resultados del LI**

Cuando el  $LI < 1,0$  se considera que la actividad representa un bajo riesgo de generar lesiones.  
Si el LI está entre 1,0 y 2,0, se admite que la actividad representa un riesgo moderado.  
Si el  $LI \geq 2,0$ , se admite que la actividad representa un alto riesgo.

**NIOSHI 1991**  
**ECUACION REVISADA DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS**

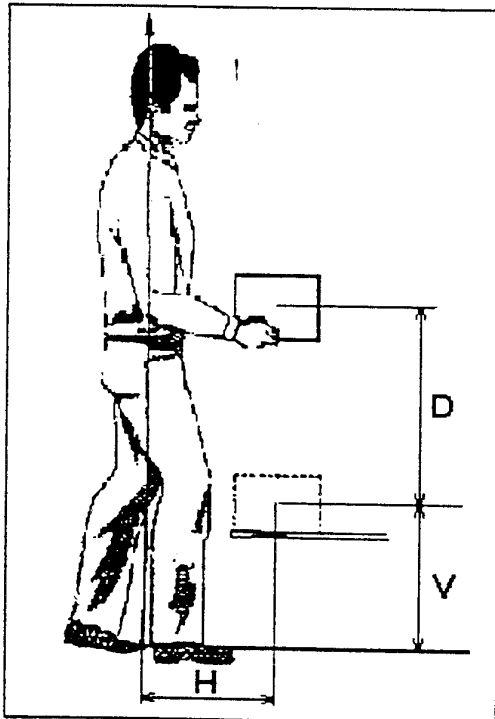
Puesto de trabajo ..... Empresa .....

Sector ..... Turno ..... Auditor ..... Fecha .....

**RWL = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM**

Carga Constante	LC	23 kg
Multiplicador Horizontal	HM	(25/H)
Multiplicador Vertical	VM	1 - [0,003 x (V - 75)]
Multiplicador a distancia	DM	0,82 + (4,5/D)
Multiplicador Asimétrico	AM	1 - (0,0032 x A)
Multiplicador de frecuencia	FM	Tabla 1
Multiplicador de agarre	CM	Tabla 2

			<input type="text" value="23"/>
$H \geq 25$			x
$H < 63$	H =	<input type="text"/>	→ <input type="text"/>
		cm	x
$V < 175$	V =	<input type="text"/>	→ <input type="text"/>
		cm	x
$D \geq 25$	D =	<input type="text"/>	→ <input type="text"/>
$D > 175$		cm	x
$A < 135$	A =	<input type="text"/>	→ <input type="text"/>
		grados	x
	F =	<input type="text"/>	→ <input type="text"/>
			x
Agarre	<input type="text"/>		→ <input type="text"/>



RWL

l (peso del objeto)

LI < 1	Bajo riesgo	$LI = \frac{L}{RWL}$
$1 \leq LI < 2$	Riesgo moderado	
$LI \geq 2$	Alto riesgo	
		LI = <input type="text"/>

**TORSION DEL TRONCO "A"**

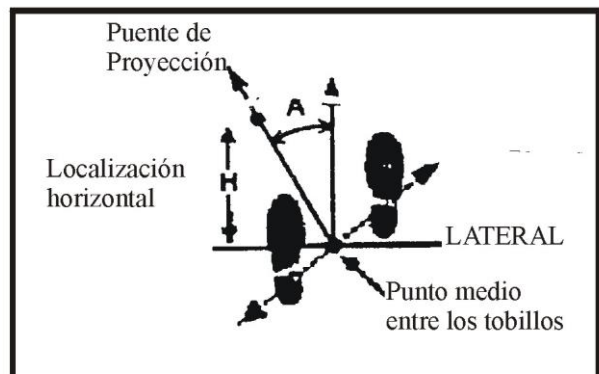


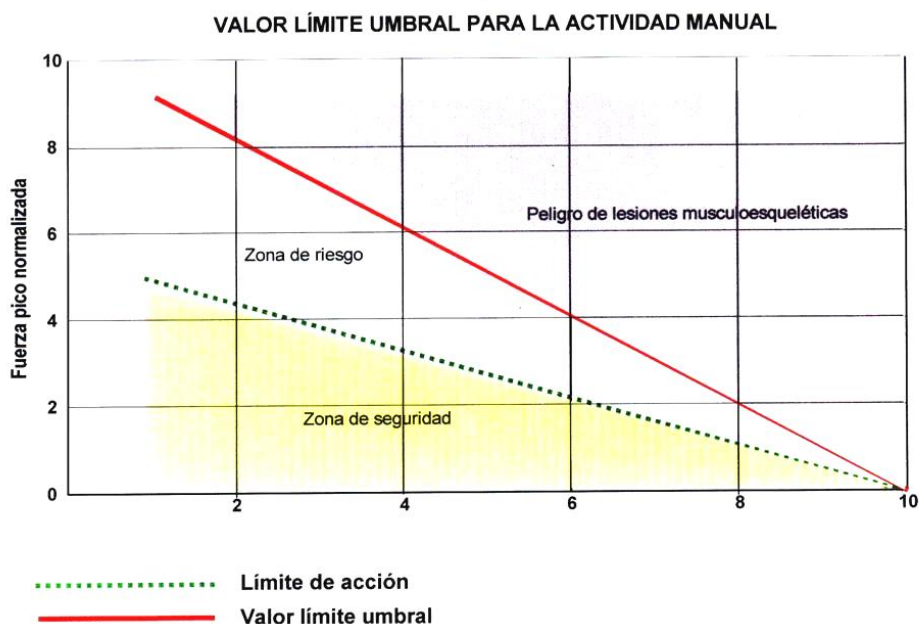
Figura 7.116 Niosh 1991. Ecuación revisada de levantamiento de cargas. Ejemplo de planilla de aplicación



#### 7.4. MÉTODO NIVEL DE ACTIVIDAD MANUAL (Según la Resolución 295/03)

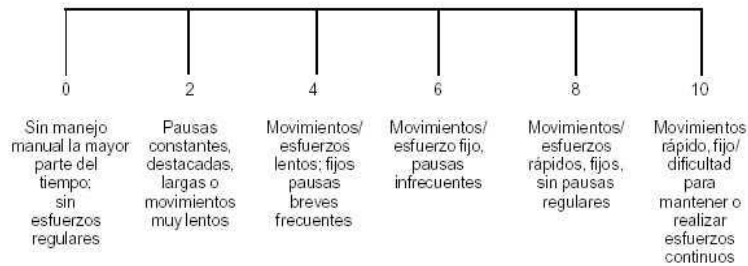
El método denominado Nivel de Actividad Manual (NAM) fue presentado por el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTSS) en su Resolución N° 295/2003. Fue desarrollado para determinar si un operario puede padecer algún trastorno musculoesquelético a nivel de mano, muñeca y antebrazo relacionado con la actividad propia del puesto de trabajo.

Dicho método presenta un valor límite umbral (Figura 7.117) que está basado en los estudios epidemiológicos, psicofísicos y biomecánicos, dirigido a los trabajos realizados durante 4 o más horas al día, en *monotareas*. Se define como monotarea a aquellos trabajos que comprenden un conjunto similar de movimientos o esfuerzos repetidos, por ejemplo los trabajos en una cadena de montaje o la operación de una video terminal. El valor límite umbral considera específicamente la media del nivel de actividad manual (NAM) y la fuerza pico de la mano para condiciones en las que la mayoría de los trabajadores expuestos no sufrirán efectos adversos para la salud causados por repetición.



**Figura 7.117.** El valor para reducir los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en la "actividad manual" o "AM" y la fuerza máxima (pico) de la mano. La línea continua representa el valor límite umbral. La línea de puntos es un límite de Acción para el que se recomienda establecer controles generales.

El método NAM. Que está basado en la frecuencia de los esfuerzos manuales y en el ciclo de trabajo - incluyendo los tiempos de descanso (períodos de recuperación biológica) -, puede determinarse de dos maneras distintas, usando la escala de la Figura 7.118, o calculándolo usando la información de la frecuencia de esfuerzos y la relación trabajo/recuperación de la tabla de la Figura 7.119.



**Figura 7.118.** Tasación (0 a 10) del nivel de actividad manual usando las pautas indicadas.

La fuerza pico de la mano está normalizada en una escala de 0 a 10, que se corresponde con el 0% al 100% de la fuerza de referencia aplicable a la población. La fuerza pico puede determinarse por tasación por un observador entrenado, estimada por los trabajadores utilizando una escala llamada escala de Borg (ver figura 7.120), o medida utilizando la instrumentación, por ejemplo, con un extensómetro, un dinamómetro, por electromiografía, etc. En algunos casos puede calcularse utilizando métodos biomecánicos. Los requisitos de la fuerza pico pueden normalizarse dividiendo la fuerza requerida para hacer el trabajo por la fuerza empleada por la población trabajadora para realizar esa actividad.

En la figura 7.117 el área por encima de la línea continua representa las combinaciones de fuerza y nivel de actividad manual asociadas con alta probabilidad de generar trastornos musculoesqueléticos a los trabajadores, razón por que deben utilizarse las medidas de control adecuadas. En los casos comprendidos entre ambas líneas (continua y punteada) se considera que existe un riesgo importante lo que demanda un control de la actividad y de los trabajadores, en cambio en los caso por debajo de la línea punteada los trabajadores no se encuentran afectados por riesgos de generar alguna enfermedad asociada a la labor del tipo musculoesquelética. En otras palabras las evaluaciones con resultados por encima de la línea recta indican que hay que reconfigurar el puesto de trabajo ya sea en lo físico o lo organizativo, en el área de entrelíneas se aconseja controlar el estado del trabajador y estudiar el puesto de trabajo

y por último el puesto que su valoración está por debajo de la línea discontinua no reviste riesgo.

Frecuencia	Período	Ciclo de ocupación (%)				
		(esfuerzo/s)	(s/esfuerzo)	0-20	20-40	40-60
0,125	8,0	1	1	—	—	—
0,25	4,0	2	2	3	—	—
0,5	2,0	3	4	5	5	6
1,0	1,0	4	5	5	6	7
2,0	0,5	—	5	6	7	8

**Figura 7.119.** Nivel de actividad manual (0 a 10) en relación con la frecuencia del esfuerzo y el ciclo de ocupación (% del ciclo de trabajo cuando la fuerza es mayor que el 5% del máximo).

## Escala de borg

Las fuerzas aplicadas pueden ser estimadas individualmente por una escala específica propuesta por **Borg** (Category Scale for the Rating of Perceived Exertion; CR-10 scale). Esta escala puede describir el esfuerzo muscular percibido en cualquier región del cuerpo.

Se ha de determinar en la escala siguiente que tipo o denominación de la fuerza es utilizada en el PPTT objeto de estudio, para la asignación del valor entre 1 y 10. Si la fuerza que se utiliza en el PPTT es "muy, muy débil" o casi ausente, se le asigna el valor de 0.5 en la escala de Borg.

### Porcentaje de la MCV:

La siguiente tabla, además de mostrar la escala de Borg, relaciona la misma con el porcentaje respecto a la **contracción voluntaria máxima MCV**. La contracción voluntaria ejercer ningún esfuerzo. Por el contrario la máxima contracción voluntaria correspondiente al 0% significa que el músculo está totalmente relajado, en apoyo sin ejercer ningún esfuerzo. Por el contrario la máxima contracción voluntaria correspondiente al 100% es relativa al esfuerzo máximo que realiza el brazo cuando está efectuando "un "pulso

Nivel Indicador	Valor	Denominación	% Contracción máxima voluntaria
	0	Nada en absoluto	0 % MCV
	0,5	Muy, muy débil (casi ausente)	
	1	Muy débil	10%
	2	Débil	20%
	3	Moderado	30%
	4	Moderado +	40%
	5	Fuerte	50%
	6	Fuerte +	60%
	7	Muy fuerte	70%
	8	Muy, muy fuerte	80%
	9	Extremadamente fuerte	90%
	10	Esfuerzo extremadamente fuerte (máximo que una persona pueda soportar)	100% Máximo MCV

**Figura 7.120.** Tabla de Borg

Recomendaciones (vease Figura 7.121):

- 1.- Redondear los valores NAM al número entero más próximo.
- 2.- Utilizar la Figura 118 para obtener los valores NAM que no estén en la tabla de la Figura 7.119.

Este método contempla solo los factores de esfuerzos si asociados a estos hay factores tales como carga térmica, vibraciones, radiaciones, etc. o simplemente posturas forzadas (muñecas flexionadas, extendidas, desvíos radiales, ulnares, pronación supinación, estrés de contacto, etc), el especialista debe prever reducir las exposiciones por debajo de los límites de acción recomendados en los valores límite del NAM.

### Nivel de actividad manual /Res 295/2003

Empresa:

Tarea .....

Sector.....

Puesto de Trabajo: .....

### Nivel de actividad manual

Valor determinado

### Alternativa de cálculo.

### NAM

Valor determinado

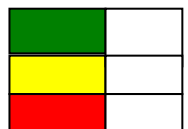
### Fuerza pico determinada por la tabla de Borg

Valor determinado

Nivel de actividad resultante

- De seguridad
- De riesgo
- De peligro de lesión musculoesquelética

- La calificación es verde
- La calificación es amarilla
- La calificación es roja



Fecha de auditoria .....

Auditor:.....

Firma

**Figura 7.121** Ejemplo de planilla de aplicación del método NAM

En la Figura 7.121 se presenta una planilla tipo para la aplicación del método NAM en la misma se asienta en los casilleros correspondientes el valor de nivel de actividad manual o la alternativa por cálculo ya que en teoría ambos deben ser iguales, luego se coloca en su casilla el valor de la fuerza pico y con estos se entra en la figura 7.106, determinando el valor (verde, amarillo o rojo) el cual se asienta como resultado de la evaluación

### **7.5. MÉTODO PARA EL LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS** (Según la Resolución 295/03)

La Resolución 295/03 también propone un método para el levantamiento manual de cargas considerando valores límite para el levantamiento manual de cargas en los lugares de trabajo.

En este método, los valores límite están contenidos en tres tablas con los límites de peso, en Kilogramos (Kg), para dos tipos de manejo de cargas (horizontal y en altura), en las tareas de mono levantamiento manual de cargas, dentro de los 30 grados del plano (neutro) sagital. Estos valores límite se dan para las tareas de levantamiento manual de cargas definidas por su duración, sea ésta inferior o superior a 2 horas al día, y por su frecuencia expresada por el número de levantamientos manuales por hora, según se define en las Notas de cada tabla.

En presencia de cualquier factor o factores, o condiciones de trabajo listadas a continuación, se deberán considerar los límites de peso por debajo de los valores límites recomendados.

- Levantamiento manual de cargas con frecuencia elevada: > 360 levantamientos por hora.
- Turnos de trabajo prolongados: levantamientos manuales realizados por más de 8 horas/día.
- Asimetría elevada: levantamiento manual por encima de los 30 grados del plano sagital
- Levantamiento con una sola mano.
- Postura agachada obligada del cuerpo, como el levantamiento cuando se está sentado o arrodillado.
- Calor y humedad elevados.

- Levantamiento manual de objetos inestables (por ejemplo. líquidos con desplazamiento del centro de su masa).
- Sujeción deficiente de las manos: falta de mangos o asas, ausencia de relieves u otros puntos de agarre.
- Inestabilidad de los pies (por ejemplo dificultad para soportar el cuerpo con ambos pies cuando se está de pié).

### **Instrucciones para los usuarios del método**

- 1.- Leer la Documentación de los valores límite para el levantamiento manual de cargas para comprender la base de estos valores límite.
- 2.- Determinar la duración de la tarea si es inferior o igual a 2 horas al día o superior a 2 horas al día. La duración de la tarea es el tiempo total en que el trabajador realiza el trabajo de un día.
- 3.- Determinar la frecuencia del levantamiento manual por el número de estos que realiza el trabajador por hora.
- 4.- Utilizar la tabla de valores límite que se corresponda con la duración y la frecuencia de levantamiento de la tarea.
- 5.- Determinar la altura de levantamiento (Figura 7.122) basándose en la situación de las manos al inicio del levantamiento.
- 6.- Determinar la situación horizontal del levantamiento (Figura 7.122) midiendo la distancia horizontal desde el punto medio entre los tobillos hasta el punto medio entre las manos al inicio del levantamiento.
- 7.- Determinar el valor límite en kilogramos para la tarea de levantamiento manual como se muestra en los cuadrados de la tabla que corresponda (tabla 1, 2 ó 3), según la altura del levantamiento y la distancia horizontal, basada en la frecuencia y duración de las tareas de levantamiento.

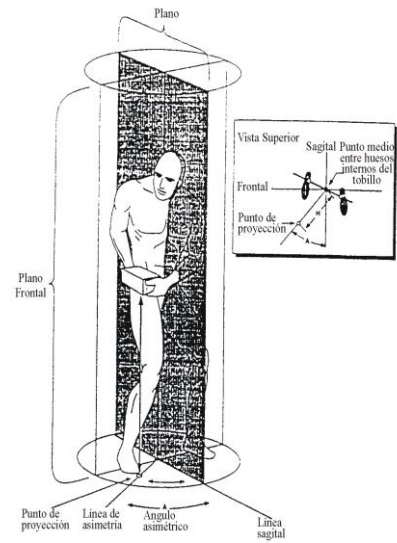
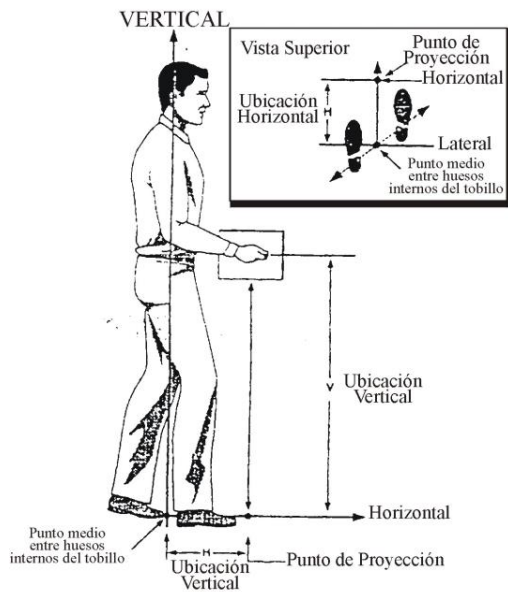


Tabla 1 (corregida por la resolución 886/2015)

Valores límite para el LMQ para tareas <math>\leq 2</math> horas al día con levantamientos <math>\leq 60</math> / hora ó > 2 horas con <math>\leq 12</math> levantamientos / hora

Situación horizontal del levantamiento	Levantamientos próximos: origen <math>< 30</math> cm. desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos intermedios: Origen de 30 a 60 cm. desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos alejados: Origen > 60 a 80 cm. desde el punto medio entre tobillos
Hasta 30 cm. por encima del hombro desde una altura de 8 cm. por debajo del mismo	<b>16 Kg.</b>	<b>7 Kg.</b>	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos
Desde la altura de los nudillos hasta por debajo del hombro	<b>25 kg</b>	<b>16 Kg.</b>	<b>9 Kg.</b>
Desde la mitad de la espinilla hasta la altura de los nudillos	<b>18 Kg.</b>	<b>14 Kg.</b>	<b>7 Kg.</b>
Desde el suelo hasta la mitad de la espinilla	<b>14 Kg.</b>	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos

**Tabla 21** (corregida por la resolución 886/2015)

Valores límite para el LMQ para tareas > 2 horas al día con > 12 y < ó = 30 levantamientos / hora ó < ó = 2 horas / día con 60 y < ó = 360 levantamientos / hora

<b>Situación horiontal del levantamiento</b>  <b>Altura del levantamiento</b>	<b>Levantamientos próximos: origen &lt; 30 cm. desde el punto medio entre los tobillos</b>	<b>Levantamientos intermedios: Origen de 30 a 60 cm. desde el punto medio entre los tobillos</b>	<b>Levantamientos alejados: Origen &gt; 60 a 80 cm. desde el punto medio entre tobillos</b>
Hasta 30 cm. por encima del hombro desde una altura de 8 cm. por debajo del mismo	<b>14 Kg.</b>	<b>5 Kg.</b>	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos
Desde la altura de los nudillos hasta por debajo del hombro	<b>25 Kg.</b>	<b>14 Kg.</b>	<b>7 Kg.</b>
Desde la mitad de la espinilla hasta la altura de los nudillos	<b>16 Kg.</b>	<b>11 Kg.</b>	<b>5 Kg.</b>
Desde el suelo hasta la mitad de la espinilla	<b>14 Kg.</b>	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos



Tabla 3

Valores límite para el LMQ para tareas > 2 horas al día con > 30 y < 60 = 360 levantamientos / hora

Situación horizontal del levantamiento Altura del levantamiento	Levantamientos próximos: origen < 30 cm. desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos intermedios: Origen de 30 a 60 cm. desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos alejados: Origen > 60 a 80 cm. desde el punto medio entre tobillos
Hasta 30 cm. por encima del hombro desde una altura de 8 cm. por debajo del mismo	<b>11 Kg.</b>	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos
Desde la altura de los nudillos hasta por debajo del hombro	<b>14 Kg.</b>	<b>9 Kg.</b>	<b>5 Kg.</b>
Desde la mitad de la espinilla hasta la altura de los nudillos	<b>9 Kg.</b>	<b>7 Kg.</b>	<b>2 Kg.</b>
Desde el suelo hasta la mitad de la espinilla	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos

Figura 7.109

Notas:

- Espinilla es el término castellano sinónimo de canilla utilizado en nuestro país
- Altura de los nudillos es la distancia del piso hasta los nudillos estando de pie con los brazos hacia abajo pegados al cuerpo y el puño cerrado

Notas para todas las tablas:

**A.** Las tareas de levantamiento manual de cargas no deben iniciarse a una distancia horizontal que sea mayor de 80 cm desde el punto medio entre los tobillos (Figura 108)

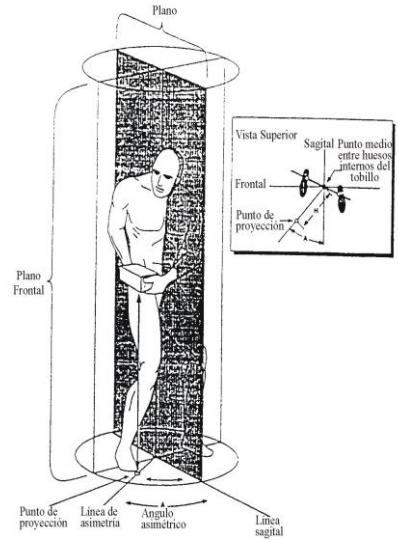
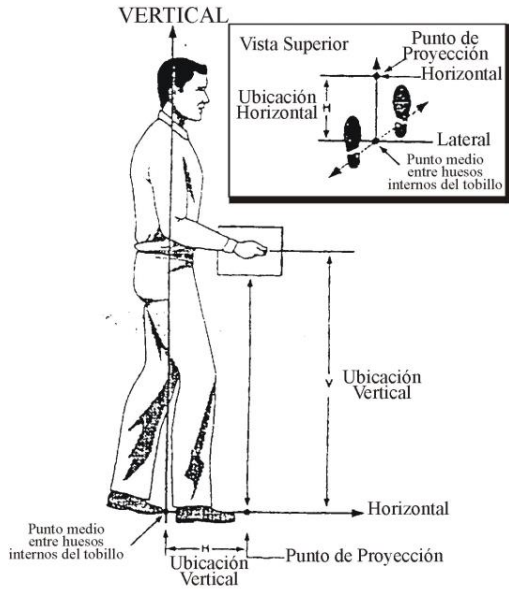
**B.** Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse desde alturas de partida superiores a 30 cm por encima del hombro o superiores a 180 cm por encima del nivel del suelo (Figura 108)

**C.** Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse para los cuadros sombreados de la tabla que dicen "No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos". Hasta que la evidencia disponible no permita la identificación de los límites de peso seguros para los cuadros sombreados, se debe aplicar el juicio profesional para determinar si los levantamientos infrecuentes o los pesos ligeros pueden ser seguros.

**D.** El criterio anatómico para fijar la altura de los nudillos, asume que el trabajador está de pie con los brazos extendidos a lo largo de los costados.

Levantamiento manual de cargas /Res 295/2003

Empresa:  
**Tarea** .....  
**Sector**.....  
**Puesto de Trabajo:** .....



Datos:

**Tiempo de levantamiento (horas)** .....  
**Cantidad de levantamientos/hora** .....  
**Altura de levantamiento:**  
**Desde** .....  
**Hasta** .....  
**Distancia desde el punto medio de los tobillos (cm)** .....  
**Carga (kg)** .....

**Valor teórico (según tabla máximo permitido)**

**Valor medido**

**Menos del 95 % del máximo permitido Verde**  
**Entre el 95% y el máximo permitido Amarillo**  
**Mas del máximo valor permitido Rojo**


Fecha de auditoria .....

Auditor:.....

Firma

*Figura 7.110* Ejemplo de planilla de aplicación del métodos LMC

En la Figura 7.110 se presenta una planilla tipo para la aplicación del método Levantamiento Manual de Cargas (LMC) en la misma se asienta los datos correspondientes a:

- Tiempo en la jornada destinado al levantamiento de cargas
- Luego la cantidad de levantamientos que se efectúan por hora
- Se anotan las alturas de partida y llegada de la carga en el movimiento lo que permitirá analizar las zonas en las que se produce el levantamiento
- Se anota la distancia horizontal en la cual se efectúa la tarea
- Finalmente el peso de la carga

Con estos datos se elige la tabla que corresponda (por la cantidad de levantamientos), luego con la zona de levantamiento y la distancia horizontal en la cual se hizo se entra a la tabla de doble entrada y se obtiene el valor teórico del método. Se compara el valor medido con el valor obtenido en la tabla, si el valor medido es superior la tarea es evaluada roja, si el valor es nulo a un 5% menor del valor teórico (de la tabla) la tarea se califica como amarilla y si es inferior al 5% de hecho se calificará como verde

## **BIBLIOGRAFIA**

**Benz, Leibig Roll, Gestalten der Sehbedingungen am Arbeitsplatz, Verlag TÜV Rheinland (1981)**

**Benz, Gross, Haubner. Gestaltung von Bildschirm-Arbeitsplätzen, Verlag TÜV Rheinland (1981)**

**Berger, Jenner. Arbeitsplatz-gestaltung und Körpermasse. Verlag TÜV Rhrinland (1986)**

**Grandjean E.: Physiologische Arbeitsgestaltung . ecomed (1991)**

**Fundación REFA de Argentina: REFA, "Modulo 1", Tema 4 (Ergonomía), 1988.**

**Prof. Dr. Hettinger, Theodor. Handhabung von Lasten. (REFA) Carl Hanser Verlag. München 1991**

**Prof. Dr. Hettinger, Theodor, Dipl. Ing. Hahn Bernd. Schwere Lasten - leicht gehoben. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnug. München 1991**

**Kellerman F., Van Wely P., Willems P. Manual de Ergonomia Buenos Aires 1967**

**Dr. Ing. Kroemer, K. H. E. Was man von Schaltern, Kurbeln und Pedalen wissen muss REFA Berlin - Köln - Frankfurt 1967**

**Prof. Dr. Ing. Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. Beuth Verlag Gmbh . Berlin. Köln 1992**

**Landan, K.: A. Unswirkunger der Mikroelectronik aus Arbeituswissenschaftlicher Sicht. In REFA Naachrichten, (1980)**

**Lange, W. Kleine Ergonomische Datensammlung. Verlag TÜV Rheinland (1993)**

**Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. REFA. Beuth Verlag GmbH. Berlin-Köln (1992)**

**MAPFRE Manual de Ergonomía Madrid 1995**

**MARFRE Manual de Higiene Industrial Madrid 1996**

**Mc Kornick, Ernest J.: "Elementos de Ergonomía". , Editorial Gustavo Gil S.A. Barcelona (1980).**

**Mc Cormich. Human Factors in Engineering and Design. Editorial Gustavo Gill, S.A., Barcelona 1980**

**Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, Resolución 295/03**

**Mondelo, Pedro R.; Gregori, Enrique; Blasco, Joan; Barrau, Pedro: Ergonomía 3 "Diseño de puestos de trabajo". Editorial Alfaomega 2001**

**Proderg "Ergonomía Avanzado Especial" Brasil 2000**

**Proderg "Herramientas y Ejercicios" Brasil 2000**

**Rodríguez Ron, Manuel, La biomecánica en el transporte de cargas Revista de la Fundación MAPFRE N° 83 tercer trimestre de 2001**

**Schmidke, H.: "Lehrbuch der Ergonomie 2. Auflage, Carl Hanser Verlag", München-Vien, (1981).**

**Priv. Doz. Dr. Ing. Habil. Helmut Strasser, Prof. Dr. Med. Wolf Müller-Limmroth. Ergonomie an der Kasse-aber wie? Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung. München 1983**

# **INDICE**

7.1.	INTRODUCCIÓN
7.2.	INFORMACIÓN PREVIA NECESARIA EN LOS MÉTODOS
7.2.1.	INFORMACIÓN GENERADA POR CÁLCULO
7.2.2.	INFORMACIÓN ANTROPOMÉTRICA
7.2.2.1.	ANTROPOMÉTRICA ESTÁTICA
7.2.2.2.	ANTROPOMÉTRICA DINÁMICA
7.3.	MÉTODO DE EVALUACIÓN
7.3.1.	METODO SURREY
7.3.2.	INDICE MOORRE GARG
7.3.3.	MÉTODO SUE RODGERS
7.3.4.	MÉTODO PRODERG
7.3.5.	METODO NIOSH 1991
7.3.5.1	CAMPO DE APLICACIÓ
7.3.5.2	ECUACIÓN DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS REVISADA
7.4	METODO NIVEL DE ACTIVIDAD MANUAL (según Resolución MTESS Nº29520/03)
7.5	METODO PARA LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS (según Resolución MTESS Nº29520/03)
	BIBLIOGRAFÍA

## **8.1. INTRODUCCIÓN**

En el Capítulo anterior se presentó elementos para evaluar puestos de trabajo fabriles, pero quedó un vacío con respecto a los puestos de trabajo que se realizan en tableros de control de plantas, en tareas de administración o de tipo técnico y que en la legislación Argentina tampoco lo señala. En este caso nos queda resolver los problemas que se presenta en las empresas en detectar los puestos de trabajo que afectan al hombre no desde el puesto de esfuerzo físico, sino de la carga proveniente de problemas bipolares o por el uso de computadoras, procesadores, PLC, etc.

El fin es el mismo que en el anterior Capítulo, dar una herramienta para efectuar los estudios ergonómicos de los puestos de trabajo, para saber si sus colaboradores se encuentran trabajando dentro del rango de la soportabilidad, y sí en el transcurso del tiempo estos sufrirán como consecuencia de las tareas desarrolladas una enfermedad profesional. Ahora procuramos no dejar de lado las pantallas de visualización de datos (PVD) o las computadoras personales (PC), son los elementos fundamentales de trabajo en las oficinas, los centros de proceso, los controles numéricos y los paneles de control.

## **8.2. EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO CON VIDEO TERMINALES**

Cuando se introdujo la computadora en el mundo se buscó reducir la carga mental y Administrativa sobre el hombre pero no imaginó el impacto que ejercería en él. Con los resultados de muchos años de trabajo se sabe que se alivió al hombre de un tipo carga laboral, por un lado, pero dieron lugar a nuevas, las cuales en muchos casos no son muy felices, (esfuerzos musculares que llevan a dolor de cuello, espalda, hinchazón de pies y/o piernas, cansancio visual y/o mental, cansancio psíquico, etc.).

### **8. 2.1. INFORMACIÓN EN NORMAS**

Sobre el uso de vídeo terminales hay un sin número de normas, en nuestro país solo se cuenta hasta el presente con la norma IRAM 3753 (Ergonomía, requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD), concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales), en España esta el Real Decreto 488/97 y la Norma UNE-EN-9241-5/1999, también podemos mencionar las normas ISO 6385/1981; 9241-2/1992; 9241-3/1992 9241-5/1998 y 9241-6/1992 (Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Workstation layout and postural requirements), etc. Todas ellas tienen por objetivo mejorar las condiciones de trabajo, promocionar e incrementar la eficiencia y el bienestar de los usuarios al tiempo que se minimizan los riesgos para su seguridad y su salud. Los usuarios de las vídeo terminales, en trabajos de oficina adoptan, en general, diversas posturas (sentados con apoyo, el torso erguido o reclinado, de pie o en alternancia).

### **2.2. CRITERIOS**



A través de la biomecánica se busca dar recomendaciones para mejorar las posturas de trabajo y entregar al hombre mejores elementos y mobiliario para desarrollar el trabajo. En su artículo Bascuas, Alcalde Lapiedra, Álvarez Zárate, Mar Pardos Ortodovás y Hueso Calvo establecieron lo siguiente:

- Los antebrazos deben estar en posición horizontal, formando un ángulo con los brazos entre 100 y 110°
- Los antebrazos deben estar, aproximadamente, a la altura de la mesa y disponer de apoyo para los mismos.
- Muslos, aproximadamente, horizontales y los pies apoyados bien en el suelo o sobre un apoyapié.
- La espalda debe estar apoyada y formando un ángulo con la horizontal de unos 100 a 110°.
- Línea de hombros paralela al plano frontal, sin torsión del tronco.
- Línea de visión paralela al plano horizontal
- Manos relajadas, sin flexión ni desviación lateral.

También se debe mencionar la necesidad de pausas para descansar, ya sea por posturas estáticas, por carga visual, o por carga mental (concentración). En la publicación "Trabajo en Oficina, Pantalla de Visualización de Datos", se hace hincapié en los equipos que son usados en los puestos de trabajo de las oficinas o administración general, el entorno de trabajo, la tarea u objetivo de trabajo y el hombre, en lo referido a los equipos menciona:

- Pantalla (monitor)
- Teclado
- Mouse
- Otros accesorios
- Mesa de trabajo y/o superficie de trabajo
- Asiento
- Apoya pies
- Atril
- Teléfono
- Etc.

En lo referente al entorno considera:

- Techo
- Paredes
- Piso
- Iluminación
- Ruido
- Temperatura - humedad ambiente - velocidad del aire
- Área de trabajo

Con lo referente al trabajo menciona:

- La organización y
- La tarea

Por último, referido a la persona:

- Características individuales
- Procesamiento de la información
- Comunicación
- Formación y experiencia

Según la norma IRAM 3753, respecto al diseño y a la selección de los lugares de trabajo para tareas de oficina con PVD, son de aplicación los cinco principios, interrelacionados, la versatilidad, flexibilidad; adecuación; los cambios de postura; la información del usuario; el mantenimiento y adaptabilidad.

Para ser versátiles y flexibles los puestos de trabajo deberán adaptarse a la población de usuarios prevista, permitiendo realizar toda una gama de tareas de forma eficaz y comodidad. También deberá estar adaptado al tiempo de utilización, de forma que cuanto más tiempo se trabaje con la PVD, mayor importancia tiene el diseño correcto del puesto de trabajo.

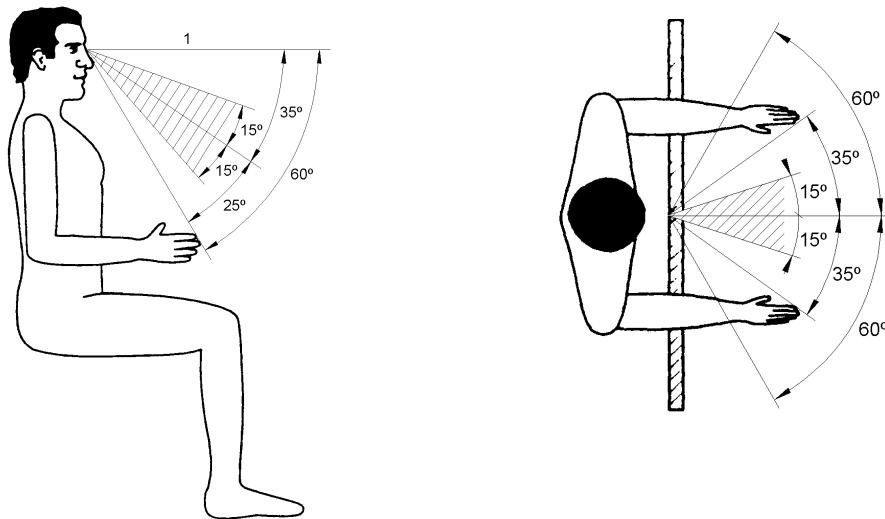
En la selección, el diseño del mobiliario y del equipo para el trabajo se requiere una adecuación de los requisitos de la tarea a las necesidades de los usuarios. Entendiéndose por adecuación, el grado de correspondencia existente entre el mobiliario y el equipo (sillas de trabajo, planos de trabajo, pantallas de visualización, dispositivos de introducción de datos, etc.) a las necesidades de los usuarios individuales.

La Norma IRAM 3753 expresa La organización del lugar de trabajo, la tarea y el mobiliario permitirán el cambio voluntario de la postura del usuario.

Para analizar las posturas se aplican criterios biomecánicos con el objetivo de obtener requisitos aceptables en la adecuación y el confort respecto a las dimensiones del cuerpo. La evidencia empírica que una postura determinada, mantenida por usuarios que llevan a cabo una tarea determinada durante un corto período de tiempo sea cómoda, no significa que sea óptima ni que haya que tender a mantenerla.

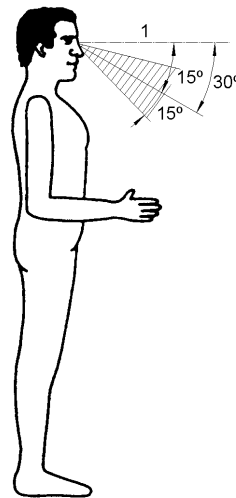
Es de suma importancia contemplar los problemas posturales referidos a la situación respecto al ángulo visual frente a la pantalla, la norma IRAM 3753 también establece:

- a) Los muslos dispuestos aproximadamente horizontales y la parte inferior de las piernas en vertical. La altura del asiento será igual o ligeramente menor que la altura poplíteica del usuario;
- b) Los brazos colgando a lo largo del cuerpo y los antebrazos horizontales;
- c) Las muñecas no desviadas ni extendidas;
- d) La columna vertebral erguida;
- e) La planta de los pies formando un ángulo recto con las piernas;
- f) El torso no girado;
- g) La línea de visión en un ángulo comprendido por la horizontal y 60° por debajo de la horizontal.



**Figura 8.1. En posición sentada y relajada**

En postura sentada la función de un asiento bien diseñado es proporcionar un soporte estable y cómodo, que permita el movimiento y la realización de tareas. El diseño del puesto de trabajo permitirá el movimiento de la persona que permanece sentada. La postura de pie es recomendable si puede alternarse con una posición sentada. Este es el caso de lugares de trabajo que combinan puestos o planos de trabajo que requieren estar de pie o sentado o de puestos de trabajo regulables que puedan acomodar a la persona, tanto de pie como sentada.



**Figura 8.2.** – Postura teórica de referencia para la posición de pie sin apoyo isquiático.

Los mandos para la regulación del mobiliario deberán ser adecuados y estar diseñados para favorecer su empleo correcto por ello se recomienda:

- Que el plano de trabajo proporcione el soporte suficiente para la pantalla, los dispositivos de ingreso de datos y el equipo y el material asociado, así como también para las manos y los brazos del usuario. Si la altura de trabajo es regulable esta debe variar entre 60 y 80 cm., en el caso que el plano de trabajo sea fijo este debe tener una altura de 73 cm. Las superficies de apoyo de estos elementos proporcionarán espacio

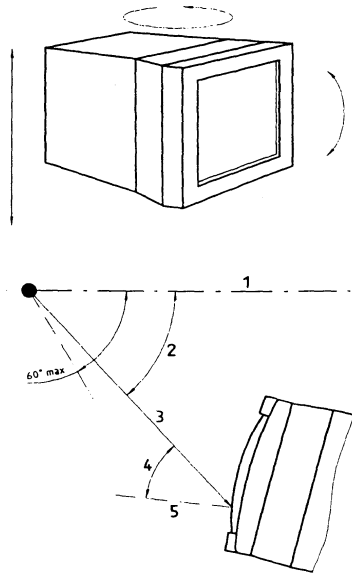
suficiente para acomodar al usuario, teniendo en cuenta sus características antropométricas, y los cambios de postura, y debiendo ser la superficie mate para minimizar los reflejos y su color de un tono pastel

Se tiene que contemplar el espacio libre debajo de los planos de trabajo, como se indicó en el Capítulo 5 es necesario disponer de espacio suficiente, vertical, horizontal y lateral, entre el torso y las extremidades inferiores, contemplando:

- a) Los cambios de postura y el confort;
- b) La facilidad en el uso del equipo PVD y de las tareas relacionadas;
- c) La seguridad (estabilidad, integridad estructural, prevención de golpes); y
- d) La facilidad para levantarse y sentarse

La persona en su puesto de trabajo podrá orientar, inclinar o bascular la pantalla de visualización de manera que mantenga una postura cómoda independientemente de la altura de sus ojos, según su propia necesidad. Por lo que el ángulo de visión será menor que  $40^\circ$  (valor óptimo =  $0^\circ$ ) en cualquier punto de la zona de pantalla activa, teniendo en cuenta la carga que significa en la persona tener la cabeza gacha (sobre todo en períodos largos)

La distancia desde el observador a la pantalla debe ser mayor a los 40 cm.



- 1 **Visión horizontal**
- 2 **Ángulo de la línea de visión (de pie)**
- 3 **Línea de visión**
- 4 **Ángulo de visión  $40^\circ$  máx. (sentado)**
- 5 **Superficie perpendicular**
- 6 **Valor de referencia para reflectancia máxima**

**Figura 8.3.** Regulaciones de la PVD

Con el fin de minimizar la reflexión especular, el acabado de las superficies de trabajo no deberá sobrepasar el mate satinado, no ser de color negro ni de ninguno que pueda ejercer algún efecto psicológico negativo (como ser excitante, intranquilizante, deprimente, etc.)

La pantalla de visualización de datos debe mantener la imagen estable (sin parpadeos ni centelleos), tratar que los caracteres tengan tres veces más contraste que el fondo, ajustándolo desde el monitor donde la altura de los caracteres debe ser apropiados (preferentemente no menores a 3 m.m. el teclado tendrá la inclinación comprendida entre 0 y 25 ° con respecto a la horizontal, siendo el más adecuado 15°, en los países de habla hispana debe incluir la "ñ".

En cuanto al mouse este debe adaptarse a la mano hábil en forma y tamaño, teniendo una longitud de cable adecuada, las impresoras no deben ser ruidosas (no producir un ruido por encima de los 55 dB )

Las mesadas u escritorios tendrán una superficie mínima de 120 x 80 cm, debiendo ampliarse según la tarea, teniendo el canto redondeado para evitar compresión mecánica (estrés de contacto), el asiento debe proporcionar al cuerpo un apoyo estable, en una postura cómoda y adecuado a la tarea o actividad que ha de realizarse. Las consideraciones fundamentales son:

- a) No dificultar la circulación de la sangre en las extremidades inferiores;
- b) Facilidad para mantener una postura y cambiarla fácilmente;
- c) Proporcionar un apoyo adecuado a la columna vertebral del usuario;
- d) Proporcionar una superficie con un nivel de suficiente fricción para evitar el resbalar del asiento
- e) Proporcionar, para mayor confort, una superficie transpirable.

La adaptación se consigue mediante las características siguientes:

- a) Altura del asiento;
- b) Profundidad del asiento;
- c) Ancho del asiento;
- d) Respaldo;
- e) Apoyabrazos

La altura del asiento será ajustada por el propio usuario, por medio de la regulación, la cual será entre 38 y 54 cm. La profundidad del asiento tiene que ser menor al largo poplíteo-nalga del usuario y la regulación de la profundidad del asiento puede hacerse por el ajuste del respaldo respecto del asiento o por el desplazamiento del asiento respecto del respaldo. Si la profundidad del asiento es fija, se deberá proporcionar un adecuado apoyo para la espalda, siendo este aspecto más importante que el apoyo de la totalidad de los muslos. Además, el ancho del asiento será mayor que el ancho de la cadera, por lo tanto, lo respetarán los apoyabrazos, sabiendo que el apoyabrazos es un opcional para el caso de ser necesario, no siendo obligatorio su uso.

El asiento deberá permitir cambios frecuentes de la postura por parte del usuario teniendo en cuenta el desplazamiento relativo del mismo, del respaldo, el pie rodante (ruedas) y el mecanismo pivotante.

Los movimientos del asiento y del respaldo permitirán a los usuarios variar su postura para mejorar el confort y adaptarse a los requerimientos de la tarea. Los movimientos del plano de asiento y respaldo pueden ser independientes entre sí, siendo fijo uno de los dos elementos o bien puede ampliarse el ángulo mediante el movimiento simultáneo del plano de asiento y del respaldo según una relación fijada previamente (se

buscará el mejor apoyo lumbar). Se recomienda que los asientos empleados en los puestos de trabajo con PVD estén dotados de pies (cinco) rodantes (ruedas) que permita a los usuarios desplazarse distancias cortas, con facilidad y seguridad.

Si la silla tiene mecanismo pivotante este permitirá a los usuarios modificar la orientación de su cuerpo de manera fácil y segura, sin girar la columna vertebral ni torcer el torso. El respaldo proporcionará apoyo a la espalda del usuario en cualquier posición sentada, diseñados para proporcionar apoyo a la región lumbar. La altura de los respaldos debe ser de acuerdo a la dinámica de la tarea desarrollada en el puesto de trabajo, cuando el usuario debe moverse de un punto a otro, atender el teléfono, girar, mover los brazos en su entorno, la altura solo será la suficiente para cubrir la zona lumbar de la espalda (protección lumbar), en cambio cuando la tarea se desarrolla en torno a un punto fijo como un data entry, un operador de una central, etc., el respaldo no solo debe cubrir la zona lumbar, también debe cubrir la zona dorsal (protección lumbar y dorsal), por último si la persona por alguna razón tiene que hacer observaciones por encima de la horizontal (el caso de poseer monitores auxiliares en posición alta), la silla debe contemplar el problema de mantener levantada la cabeza y por ello el respaldo será alto, contemplando el apoyo lumbar, dorsal y cervical (respaldo de máxima protección, lumbar, cervical y dorsal o con apoyo cabeza)

Los apoyabrazos deben permitir el reposo del sistema muscular del cuello y de los hombros, cumplirán con lo siguiente:

- a) No dificultarán la modalidad de la postura de trabajo del usuario de terminal con PVD;
- b) No estorbarán el acceso al puesto de trabajo; en particular, la altura no impedirá que el asiento de trabajo pueda deslizarse bajo el plano de trabajo.
- c) En el caso que la silla deba entrar debajo de la superficie de trabajo el apoyabrazos no debe interferir

Los apoyapié deben ofrecer un apoyo adicional para que las piernas y los pies formen un ángulo confortable y posibilita los cambios de la postura de trabajo. El apoyapié se colocará en el suelo en la posición requerida y no se desplazará involuntariamente durante su uso. Su superficie será antideslizante y con dimensiones suficientes para proporcionar una cierta libertad de movimientos. La inclinación de la superficie de apoyo será regulable. El plano de inclinación variará con respecto a la horizontal entre 0 y 15°, y sus dimensiones mínimas serán de 45 cm de ancho y 35 cm. de profundidad. Este es utilizado para neutralizar el ángulo excesivo que toma el pie de las mujeres que usan tacos altos. En el caso de utilizar el apoyapié fijo a la silla, si esta es giratoria, debe estar fijo a la base del asiento, para que al girar acompañe y no obligue a una torsión de los discos intervertebrales lumbares, en especial en el disco L5-S1 (el caso típico de la silla alta para posición de alternancia sentado de pie)

Cuando la situación del teclado o mouse requieran algún soporte para las manos, las muñecas y los antebrazos, esto se suministrarán con el fin de contribuir a reducir la carga estática de las extremidades superiores, el trabajo de los músculos del cuello y de los hombros y la necesidad de flexión, extensión y desviación excesivas de las muñecas, este apoyo puede conseguirse mediante:

- a) El suministro de un espacio libre de profundidad suficiente
- b) La incorporación de un soporte para las manos en el diseño del dispositivo;

- c) El suministro de un soporte para las manos y las muñecas separado del dispositivo de entrada de datos.

El soporte separado para las muñecas y las manos deberá tener las características siguientes:

- 1) Deberá reducir la postura estática y no dificultar en ningún caso el tecleo o la modalidad de la postura de trabajo del usuario;
- 2) La geometría de la superficie estará adaptada a la altura e inclinación de la superficie del teclado;
- 3) Los bordes frontales estarán redondeados para que no se claven en la muñeca o la mano;
- 4) El largo deberá ser, como mínimo, el del teclado o que esté adaptado a la tarea;
- 5) El soporte será estable durante su empleo.

Desde el punto de vista ergonómico, el empleo de brazos pivotantes no es, en general, recomendable, ya que su uso puede contradecir otras recomendaciones (como ser, ángulos de visión) pero cuando se instale un brazo pivotante, es importante asegurar que cumpla lo siguiente:

- a) La altura de la línea superior de la pantalla no sea mayor que la altura de los ojos;
- b) El diseño del mecanismo y la regulación de la altura aseguren su estabilidad mecánica;
- c) Las dimensiones del soporte de la pantalla incorporando el brazo pivotante sean adecuadas a las dimensiones de la pantalla y permitan un apoyo seguro del equipo, por ejemplo, mediante fijaciones para las patas o para los perfiles de sus bordes
- d) Cuando no esté en uso, el teclado puede colocarse sobre el brazo pivotante de manera estable y fácilmente alcanzable. Para su uso, se colocará sobre la superficie de trabajo.

Cuando se trabaje con documentos impresos, se recomienda utilizar un atril. Para permitir reducir el esfuerzo de acomodación visual es necesario que este se encuentre en el mismo plano esférico que la pantalla, estando ubicado próximo a ella para evitar en este caso los giros de la cabeza, este será de un tamaño que acomode los documentos, la superficie del atril y de la regleta (guía para facilitar leer las líneas), deberá ser mate y no transparente con objeto de que la legibilidad de los documentos no se dificulte.

En cuanto a los teléfonos estos no debe producir su señal un ruido elevado, es conveniente que su timbre no supere los 55 dB (A), en el caso de tener que usar con mucha frecuencia el Teléfono simultáneamente con el ordenador, se le debe suministrar u equipo de manos libres

### **2.3. CONDICIONES AMBIENTALES**

Debido a las variaciones de confortabilidad térmica del hombre según la época estacional del año, se recomienda mantener la temperatura en verano entre 23 y 26 °C, en invierno esta variación oscilará entre 20 y 24 °C. La humedad relativa ambiente es muy necesario que no baje a más de 45 %, dado que a menor porcentaje produce sequedad de las conjuntivas y mucosas

Según el Decreto 351/79, el nivel de iluminación en el puesto de trabajo de oficina debe ser de 500 LUX, que es lo que requiere un puesto que posee una PVD. Se debe evitar el deslumbramiento directo de las fuentes de luz ya sea natural o artificial, como así también evitar reflejos (uso de persianas, cortinas o celosías). La NTP-252 hace las mismas recomendaciones que el Decreto 351/79, agregando que la luminancia de la pantalla debe rondar las 30 cd/m<sup>2</sup>. Además, hay que tener en cuenta asociado a la iluminación el color de la habitación de trabajo, teniendo en cuenta la reflexión de la luz, el efecto psicológico del color (se recomienda colores pastel) y la necesidad de ser de terminación fáciles de limpiar

## **2.4. PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE**

La mala conformación de los puestos de trabajo con PVDs o el mal diseño del mobiliario llegan a provocar problemas en distintos segmentos corporales como:

- Manos/brazos
- Cuello/hombros
- Espalda (zona dorsal)
- Espalda (zona lumbar)
- Nalgas
- Muslos
- Piernas/pies
- Vista

### **2.4.1. PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LAS MANOS Y BRAZOS**

Las causas que los generan pueden ser la flexión excesiva de las muñecas, o flexión aulnar de las mismas, mantener los brazos levantados o apoyados sobre bordes rectos, para poder prevenir esto se debe analizar:

- La altura de la mesa relacionada con el asiento
- El borde de la mesa
- La altura del apoya brazos o la necesidad de este
- La separación de los apoya brazos
- El teclado utilizado o el mouse
- Falta de apoya muñecas

### **2.4.2. PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN EL CUELLO/HOMBROS**



Las causas que los generan pueden ser la flexión excesiva del cuello, el levantar los hombros o la falta de apoyo para los brazos, para poder prevenir esto se debe analizar:

- La altura de la mesa relacionada con el asiento
- La altura del apoya brazos o la necesidad de este
- La separación de los apoya brazos

#### **2.4.3. PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LA ESPADA (zona dorsal)**

Las causas que los generan pueden ser la flexión excesiva del cuello, o de la parte superior de la espalda, la falta de movilidad en el puesto de trabajo, la falta de apoyo para los brazos, para poder prevenir esto se debe analizar:

- Estudiar el respaldo de la silla
- La altura de la mesa respecto al asiento
- La profundidad del asiento

#### **2.4.4. PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LA ESPADA (zona lumbar)**

Las causas que los generan pueden ser la inestabilidad, una flexión excesiva del tronco, una postura inadecuada del hombre (mal sentado, en forma inclinada, muchas veces el hombre se sienta inclinado hacia un costado, es decir una postura fuera de la vertical, la falta de movilidad en el puesto de trabajo, o la falta de apoyo para los brazos, para poder prevenir esto se debe analizar:

- Estudiar la causa de la inestabilidad en su postura
- La altura de la mesa respecto al asiento
- La inclinación del asiento
- La inclinación del respaldo
- La profundidad del asiento
- La estabilidad de la silla

#### **2.4.5. PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LAS NALGAS**

Las causas que los generan pueden ser la descarga inadecuada del peso (distribución inadecuada de presiones), una postura inadecuada del hombre (mal sentado, en forma inclinada, muchas veces el hombre se sienta inclinado hacia un costado, es decir una postura fuera de la vertical, o la falta de movilidad en el puesto de trabajo, para poder prevenir esto se debe analizar:

- Estudiar el asiento (forma, morbilidad)
- La estabilidad del asiento
- La inclinación del respaldo
- La profundidad del asiento

#### **2.4.6. PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LOS MUSLOS**

La causa que generan el problema puede ser la presión excesiva, poder prevenir esto se debe analizar:

- Estudiar el asiento (forma, morbilidad)
- La estabilidad del asiento
- La inclinación del respaldo
- La profundidad del asiento

#### **2.4.7. PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LAS PIERNAS Y PIES**

Las causas que los generan pueden ser la compresión nerviosa, la dificultad de la circulación sanguínea, o la falta de movilidad en el puesto de trabajo, para poder prevenir esto se debe analizar:

- Ver la altura del asiento con respecto al piso, comparándolo con el largo de piernas
- Inclinación del asiento
- El espacio debajo de la mesa respecto a las piernas
- La profundidad del asiento y su borde

#### **2.4.8. PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LA VISTA**

Generan cansancio ocular:

- La mala legibilidad del documento
- Falta de iluminación en el documento
- Exceso de iluminación en el documento
- Papel brillante
- Falta de contraste entre los signos y el papel
- Mala incidencia de la luz
- Reflejos en la pantalla
- Desplazamiento de la vista entre el documento y/o la pantalla y/o teclado
- Diferencia de visión entre el documento, teclado y pantalla, (Visión mesópica y visión fotópica)
- Diferentes planos de enfoque visual

### **3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN**

Con el fin de poder evaluar en forma objetiva, los puestos de trabajo que utilizan PVD se han desarrollado varios métodos, ninguno cubre todo el espectro de problemas, por lo que se sugiere la aplicación de más de uno de ellos para determinar en forma más precisa los problemas

#### **3.1. MÉTODO OPEL**

Este método usa para controlar los parámetros biomecánicos dos tipos de listados de control, el primero de ellos está dirigido a recopilar los datos de factores que hacen al disconfort derivado de problemas musculoesqueléticos y psicológicos, haciendo referencia a aspectos posturales, de carga física, del entorno, carga mental, problemas de mobiliario, posición y espacio en el puesto de trabajo. (Figura 8.4)

Lo que se intenta con este método es recopilar datos para poder analizar a posteriori los problemas que posee cada puesto de trabajo para poder solucionarlos. En el primer listado encara el problema planteado por las posturas, el eventual manejo de pesos; luego en su última parte este listado tiene en cuenta los factores inherentes a las condiciones ambientales, carga mental y los equipos accesorios.

El segundo listado posee una autoevaluación, para que realice el operador considerando los tiempos de trabajo, diarios y semanales, seguido de una serie de cuestionarios de orden general y analizando los equipos componentes del puesto.

En la última parte de este listado da un conjunto de criterios a tomar en cuenta por parte del evaluador. Estos criterios, son parte de las normas establecidas para los componentes del puesto de trabajo.

## LISTADO N° 1 (OPEL) PARA ANÁLISIS DE PUESTOS CON PVD

**Tarea:**

**Sector Puesto de trabajo**

FACTOR A EVALUAR		SI	Descripción
POSTURAS			
Cuello	Flexión > 20° Extensión Rotación > 20° Inclinación > 20°	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Tronco	Sin soporte lumbar Flexión > 20° Inclinación > 20° Rotación > 20°	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Brazo	Abducción > 60°	<input type="checkbox"/>	
Rodillas (sentado)	Angulo pierna-muslo < 90° o >135°	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Muñeca	Extensión > 15° Desviación	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Mano	Presión palmar repetida Agarre repetido > 4 Kg Pinza repetida > 800 gr	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
REPETICIONES			
Dedos	Teclado > 300 min. Ratón > 150 min	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
POSTURAS ESTÁTICAS	> 4 hs 2-4 hs	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
CAMBIOS POSTURA	< 10' cada 2 hs	<input type="checkbox"/>	
MANEJO DE CARGAS	Según tabla	<input type="checkbox"/>	
TRANSPORTE CARGA	Según tabla	<input type="checkbox"/>	

### Manejo de cargas (en kg) durante una hora por turno

Frecuencia	< lev/min			1-5 lev/min			> 1 lev /min		
	Cerca	Medio	Lejos	Cerca	Medio	Lejos	Cerca	Medio	Lejos
Normal	20	14	10	18	13	9	11	8	5
Torsión o post. Anom	17	12	9	15	11	8	10	6	4
Torsión y post. Anom	14	10	8	13	10	7	8	5	4

### Manejo de cargas (en kg) durante más de una hora por turno

Frecuencia	< lev/min			1-5 lev/min			> 1 lev /min		
	Cerca	Medio	Lejos	Cerca	Medio	Lejos	Cerca	Medio	Lejos
Normal	17	12	9	13	9	7	6	4	3
Torsión o post. Anom	14	10	7	11	8	6	5	3	2
Torsión y post. Anom	12	8	6	9	7	5	4	3	2

### Transporte de objetos (10-30 pasos)

Frecuencia	< 1 transp/min	1 transp/min	1-4 transp/min	5-8 transp/min
Peso máximo	15	12	9	5

<b>FACTOR A EVALUAR</b>		<b>SI</b>	<b>Descripción</b>
<b>ENTORNO AMBIENTAL</b>			
Illuminación	< 300 lux	<input type="checkbox"/>	
Relación luminancias	>10:1	<input type="checkbox"/>	
Ruido	>65 dB (A)	<input type="checkbox"/>	
<b>CARGA MENTAL</b>			
Demandas atención	➤ 10 min/hora	<input type="checkbox"/>	
Decisiones complejas	➤ 10 min/hora	<input type="checkbox"/>	
Influencia en la calidad		<input type="checkbox"/>	
Errores con repercusión		<input type="checkbox"/>	
Sobrecarga cualitativa		<input type="checkbox"/>	
Sobrecarga cuantitativa		<input type="checkbox"/>	
Presión de tiempo		<input type="checkbox"/>	
Riesgo de accidente (identificar tipo)	Alto	<input type="checkbox"/>	
<b>SILLA</b>			
No móvil	< 40 cm	<input type="checkbox"/>	
Profundidad del asiento	< 40 o > 55 cm	<input type="checkbox"/>	
Respaldo	Altura no ajustable	<input type="checkbox"/>	
Altura respaldo	Inclinación no ajustable < 15 cm	<input type="checkbox"/>	
<b>MESA</b>			
Superficie poco amplia		<input type="checkbox"/>	
Altura	< 70 o > 80 cm	<input type="checkbox"/>	
Fija sin apoya pies	< 72 o > 76 cm.	<input type="checkbox"/>	
Fija con apoya pies	< 80 o > 90 cm	<input type="checkbox"/>	
Espacio piernas	< 65 x 65 cm	<input type="checkbox"/>	
No hay portadocumentos		<input type="checkbox"/>	
Superficie brillante		<input type="checkbox"/>	
<b>APOYAPIES</b>			
Ancho	< 45 cm	<input type="checkbox"/>	
Altura	< 30 cm	<input type="checkbox"/>	
Inclinación	> 15°	<input type="checkbox"/>	
<b>MONITOR</b>			
Relación contraste caracter-fondo	< 3	<input type="checkbox"/>	
Distancia visual	< 40 o > 70 cm	<input type="checkbox"/>	
Angulo visual	< 60°	<input type="checkbox"/>	
Altura de la mesa (1)	< 40 o > 50.	<input type="checkbox"/>	
<b>TECLADO</b>			
Espacio borde mesa-teclado	< 10 cm	<input type="checkbox"/>	
Ang. Brazo-antebrazo	< 70°	<input type="checkbox"/>	
Inclinación	< 25°	<input type="checkbox"/>	
Profund. Soporte manos	< 10 cm	<input type="checkbox"/>	
Altura 3° fila teclado	Distinta a 3 cm	<input type="checkbox"/>	
<b>UBICACIÓN PUESTO</b>			
Distancia objetos	> 60 cm	<input type="checkbox"/>	
<b>ESPACIO GENERAL</b>			
Espacio individual	< 4,5 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	

(1) Siempre que la altura de la mesa sea la correcta

## **LISTADO N° 2 (OPEL) PARA ANÁLISIS DE PUESTOS CON PVD (Autoevaluación)**

**Tarea:****Sector Puesto de trabajo****Instrucciones para responder el cuestionario**

1. Leer atentamente las preguntas
2. Identificar si alguno de los puntos indicados más abajo se cumple
3. Marcar la casilla correspondiente

**El trabajo diario efectivo con una pantalla de datos es en su caso**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> mayor de 4 horas al día  | <input type="checkbox"/> mayor de 20 horas a la semana   |
| <input type="checkbox"/> entre 2 y 4 horas al día | <input type="checkbox"/> Entre 10 y 20 horas a la semana |
| <input type="checkbox"/> menor de 2 horas al día  | <input type="checkbox"/> menor de 10 horas a la semana   |

<b>Cuestionario general</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Para realizar su trabajo ¿depende necesariamente del ordenador no pudiendo utilizar otros medios alternativos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Puede decidir voluntariamente realizar su trabajo con ordenador o sin el?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Para el uso del ordenador ¿ha requerido algún tipo de formación específica?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Utiliza el ordenador diariamente durante más de una hora al día de forma ininterrumpida?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Los errores que comete en su trabajo con el ordenador puede afectar a su seguridad o a la de otra persona?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Es fundamental en su trabajo la obtención de información rápida a través del ordenador?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Cuestionario específico</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
<b>• EQUIPO DE TRABAJO: PANTALLA; TECLADO, RATÓN</b>		
¿Considera inadecuado el tamaño de los caracteres que aparecen en la pantalla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Tiene dificultad para diferenciarlos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Existen diferencias de nitidez de los caracteres según la zona de la pantalla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Considera que los caracteres y las líneas están poco separados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Percibe movimientos o vibraciones indeseables en la imagen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Ve Usted parpadear la imagen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Es difícil de ajustar el brillo y/o el contraste?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Se puede ajustar la inclinación o girar la pantalla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Es difícil de ajustar la distancia de la pantalla (moviéndola en profundidad)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Es posible desplazar el teclado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Es posible regular la inclinación del teclado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Falta espacio, delante del teclado, para apoyar las manos y/o antebrazos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La superficie del teclado produce reflejos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Es necesaria excesiva fuerza para pulsar las teclas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Los símbolos de las teclas son difícilmente legibles?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Cuestionario específico (continuación)</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
<b>• MOVILIARIO</b>		
¿Las dimensiones de la superficie de trabajo son suficientes para situar todos los	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

elementos: pantalla, teclado, documentos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La superficie de trabajo ocasiona reflejos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La superficie sobre la que descansan manos o muñecas es de bordes agudos (no agudos)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿El espacio disponible debajo de la mesa de trabajo es insuficiente para permitirle una posición cómoda?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Considera el asiento insuficiente en cuanto a profundidad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Le resulta incómoda la inclinación del respaldo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>• EQUIPO DE TRABAJO: PANTALLA, TECLADO, RATÓN.</b>		
¿Es difícil regular la altura del asiento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Es difícil de regular la altura y/o inclinación del respaldo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>• ENTORNO DE TRABAJO</b>		
¿Considera insuficiente el espacio que rodea a su puesto de trabajo para acceder al mismo o para levantarse y sentarse?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La luz disponible le resulta insuficiente para leer los documentos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Alguna luminaria (lámpara, fluorescente, etc.) le provoca reflejos en la pantalla, teclado, o superficie de trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Incide directamente en sus ojos la luz proveniente de alguna luminaria o ventana?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Las ventanas (caso de existir) están a falta de cortinas, celosías o persianas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿El nivel de ruido ambiental dificulta la comunicación o atención en su trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durante muchos días del año, ¿le resulta desagradable la temperatura existente en su puesto de trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Siente molestias debido al calor desprendido por los equipos de trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Nota habitualmente sequedad en el ambiente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>• PROGRAMAS DE ORDENADOR</b>		
¿Considera que los programas que utiliza son inadecuados a las tareas que debe realizar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Considera los programas que utiliza habitualmente son difíciles de utilizar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los programas que utiliza, ¿se encuentran por encima de sus conocimientos y experiencia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los programas que utiliza, ¿les falta de ayudas para su uso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los programas que utiliza, ¿le presentan la información a un ritmo excesivamente rápido?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Organización, gestión y condiciones</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
¿El tipo de actividad que realiza le permite seguir su propio ritmo de trabajo y hacer pequeñas pausas voluntarias?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Le ha facilitado la empresa una formación específica para la tarea que realiza?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Le ha proporcionado la empresa información sobre la forma de utilizar correctamente el equipo y mobiliario del puesto de trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La cabeza y cuello se encuentran alineados con el tronco? (no existe inclinación del cuello hacia delante, hacia atrás o hacia los lados)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿La parte superior de la pantalla se encuentra al mismo nivel o ligeramente por debajo de la línea de los ojos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿El monitor se encuentra alineado con la cabeza y el tronco?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿El tronco se encuentra perpendicular al suelo? (¿no hay inclinación del tronco hacia delante, hacia atrás o hacia los lados?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Los brazos se encuentran perpendiculares al suelo y los antebrazos paralelos al suelo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Los brazos y codos se encuentran próximos al cuerpo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Las muñecas y manos se encuentran paralelas al suelo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Las muñecas y manos se encuentran alineadas con antebrazo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Los muslos se encuentran paralelos al suelo y las piernas perpendiculares al suelo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Los pies descansan completamente sobre el suelo o sobre un reposapiés?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Se encuentra el ratón próximo al teclado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



<b>LISTADO 2 CRITERIOS ERGONÓMICOS PARA PUESTOS CON PVDs</b>					
	<b>Regulable</b>	<b>No regulable</b>		<b>Regulable</b>	<b>No regulable</b>
<b>SILLA</b>			Angulo línea visión	60 °	-
<b>ASIENTO</b>			Angulo visión	< 40 °	-
Altura	38-54 cm	41 – 43 cm	<b>MOVILIDAD</b>		
Inclinación	- 5° a 5°	5°	Rotación horizontal libre	90°	-
Apoyo lumbar	15 – 30 cm	20 – 23 cm	Altura	Libre	-
Angulo asiento-respaldo	90° - 120°	105°	Inclinación vertical	15°	-
Profundidad	-	40 – 44 cm	<b>TECLADO</b>		
<b>RESPALDO</b>			Altura 3° fila de teclas	-	> 3 cm
Anchura respaldo lumbar	-	> 35 cm	Inclinación	0 – 25°	-
Anchura parte superior	-	< 30 cm	Reflectancia teclas	-	40 – 60 %
Altura borde superior	-	< 50 cm	Reflectancia teclas prominentes	-	20 – 70 %
Radio lumbar	-	40 cm	<b>DOCUMENTOS</b>		
Altura reposacabezas	60 – 80 cm	-	Distancia lectura	> 45 cm	-
<b>REPOSABRAZOS</b>			Inclinación	15° - 75°	-
Altura	18 – 30 cm	23 – 25 cm	<b>ILUMINACIÓN</b>		
Distancia entre reposabrazos	-	46 – 52 cm	<b>ILUMINANCIA</b>	300-1000 Lux	-
Anchura útil	-	> 4 cm	<b>REFLECTANCIA</b>		
Longitud útil	-	> 22 cm	Techo	70 – 80 %	-
Posición	-	15 – 20 cm	Paredes	40 – 50 %	-
<b>REPOSAPIES</b>			Suelo	20 – 30 %	-
Altura	0 – 12 cm	-	Mobiliario	20 – 50 %	-
Profundidad	-	> 33 cm	<b>DESLUMBRAMIENTO</b>		
Anchura	-	> 45 cm	Directo	< 200 cd/ m <sup>2</sup>	-
Inclinación	-	5 – 15°	Indirecto	< 400 cd/ m <sup>2</sup>	-
<b>MESA</b>			<b>RUIDO</b>		
Altura	60 – 81 cm	70 – 73 cm	Menor 1 m de distancia	< 60 dB (A)	-
Anchura útil	-	> 120 cm	Tareas difíciles y complejas	< 55 dB (A)	-
Profundidad útil	-	> 80 cm	<b>CLIMA</b>		
Altura libre debajo la mesa	-	> 65 cm	<b>TEMPERATURA</b>		
Anchura libre debajo la mesa	-	> 60 cm	Invierno	20 –24 °C	-
Profundidad libre debajo mesa (rodillas)	-	> 45 cm	Verano	23 – 26 °C	-
Profundidad libre debajo la mesa (pies)	-	> 60 cm	Suelo	19 – 20 C°	-
<b>REPOSAMANOS</b>	5 – 10 cm	-	<b>HUMEDAD RELATIVA</b>	45 – 65 %	-
<b>PANTALLA</b>			<b>RENOVACIÓN AIRE</b>	25 m <sup>3</sup> /hora/trabajador	-
Distancia de Visión (ojo-pantalla)					
Tareas habituales	> 45 cm	-			
Pantalla táctil	> 30 cm	-			

**Figura 8.4. Planilla OPEL**

### **3.2. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN BIPOLAR (BASADO EN EL METODO DUPONT PLANTA BERAZATEGUI)**

La firma Dupont líder mundial en higiene y seguridad en el trabajo además del respeto por el ser humano, hace constantemente evaluaciones de su personal en el caso de la planta Berazategui el Dr. Nicolás Santoro desarrolló un método de evaluación bipolar, con el fin de determinar las dificultades (disconformidades) laborales, valorándolas de manera tal que pueda establecer en concreto y en forma objetiva la cuantificación de los problemas.

También REFA tiene estudio de la bipolaridad, estableciendo que en esto hay variables del tipo cultural y de sexo en la población humana. Cada cultura tiene distintos motivos de disconformidad, en función de elementos culturales y religiosos, estos también varían se un sexo a otro. Aquí no se justifica establecer los motivos que producen esta dispersión, por lo que nos limitaremos solo a establecer que el método es del tipo general y esta determinado para una sociedad como la nuestra.

**Tarea:**

**Sector:**

**Puesto de trabajo:**

1.	Descansado	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Cansado	<input type="text"/>
2.	Buena concentración	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dificultad de concentración	<input type="text"/>
3.	Tranquilo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Nervioso	<input type="text"/>
4.	Sin presión	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Presionado	<input type="text"/>
5.	Productividad normal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Productividad comprometida	<input type="text"/>
6.	Descansado visualmente	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Cansancio visual	<input type="text"/>
7.	Ausencia de dolores en cuello y hombros	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolores en cuello y hombros	<input type="text"/>
8.	Ausencia de dolores en columna dorsal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolores en columna dorsal	<input type="text"/>
9.	Ausencia de dolores en columna lumbar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolores en columna lumbar	<input type="text"/>
10.	Ausencia de dolores en miembros inferiores	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolores en miembros inferiores	<input type="text"/>
11.	Ausencia de dolores en miembros superiores –brazos-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolores en miembros superiores -brazos-	<input type="text"/>
12.	Ausencia de dolores en las manos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolores en manos	<input type="text"/>
13.	Ausencia de adormecimiento en las manos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Adormecimiento de las manos y/o cosquilleos	<input type="text"/>
14.	Ausencia de dolores en las muñecas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolores en muñecas	<input type="text"/>
15.	Ausencia de dolores de cabeza	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolores de cabeza	<input type="text"/>

Puntuación  
(0) Ausente/Nada  
(2-3) Leve  
(4-5) Moderado  
(6-8) Malo  
(9-10) Muy malo

**Total Puntos:**

**Fecha:**

**Evaluador (Auditor):**

Resultado de la evaluación:

**Si la sumatoria de los puntajes da 0 el puesto es ideal**

Si la sumatoria de los puntajes da  $\leq 45$  el puesto esta bien salvo (\*)

Si la sumatoria de los puntajes da entre 46 hasta 100 el puesto puede mejorarse (\*)

Si la sumatoria de los puntajes da  $\geq 100$  el puesto tiene que ser reconformado

(\*) Si algún valor parcial es 9 no se puede continuar trabajando en esas condiciones debe ser analizado el puesto en función de la variable

Si algún valor oscila entre 6 y 8 se debe analizar corregir la variable en forma inmediata

Nota:

Para trabajar igual que en el capítulo anterior en cuanto al sistema semáforo es verde para puntajes  $\leq 45$ , amarillo si la sumatoria de los puntajes da entre 46 hasta 100, para puntajes mayores es rojo

### 3.3. **PROGRAMA DE ERGONOMÍA** (Condición Ergonómica del puesto de trabajo con computadoras)

Este método como el anterior también es desarrollado por la firma Dupont, tiene la ventaja con respecto al primero de los métodos (Opel), la simplicidad y que al estar valorizado, permite tener una referencia del estado del puesto sin tener que hacer un examen exhaustivo. Pero no se puede dejar de apreciarse la diferencia técnica considerable entre un método y otro.

Tarea:

Sector:

Puesto de trabajo:

<b>Monitor</b>	Posición.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)
	Altura.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)
	Localización.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)
<b>Teclado</b>	Posición.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)
	Altura.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)
	Localización.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)
<b>Mouse</b>	Posición.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)
	Altura.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)
	Localización.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)
Reflejos en el monitor.....	<input type="checkbox"/>	No (1)	<input type="checkbox"/>	Sí (0)	
Bordes de escritorio filosos / rectos...	<input type="checkbox"/>	No (1)	<input type="checkbox"/>	Sí (0)	
Ángulos de los miembros inferiores...	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)	
Espacio para apoyo de los muslos y movimientos de miembros inferiores	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)	
Silla.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)	
Soporte para documentos.....	<input type="checkbox"/>	No (1)	<input type="checkbox"/>	Sí (0)	
Iluminación.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)	
Temperatura.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)	
Nivel de ruido.....	<input type="checkbox"/>	Adecuado (1)	<input type="checkbox"/>	Inadecuado (0)	

(18)  
(14-17)  
(9-13)  
(5-8)  
(0-4)

Puesto de trabajo con condición ergonómica  
Puesto de trabajo con condición ergonómica  
Puesto de trabajo con condición ergonómica  
Puesto de trabajo con condición ergonómica  
Puesto de trabajo con condición ergonómica

EXCELENTE  
BUENA  
RAZONABLE  
MALA  
PESIMA

**Total Puntos:**

Fecha:

Evaluador (Auditor):

Nota:

Para trabajar igual en el caso anterior es decir como en el capítulo anterior en cuanto al sistema semáforo es verde para puntajes  $\leq 14$ , amarillo si la sumatoria de los puntajes da entre 13 y 9, para puntajes menores es rojo

## **BIBLIOGRAFIA**

**aPa El trabajo en Ordenadores (España)**

**aPa Seguridad en la oficina (España)**

**Bascuas Hernández, Javier y Alcalde Lapiedra, Víctor (Dpto. De Prevención Opel España S.A., Álvarez Zárate, José Manuel, Mar Pardos Ortodovás y Hueso Calvo, Rosa Instituto de Ergonomía MAPFRE, S.A. Guía para la aplicación de criterios ergonómicos en puestos de trabajo con pantallas de visualización. MAPFRE Seguridad N° 83 - Tercer Trimestre 2001**

**Castañeda Conde, Olga Trabajo en oficinas pantalla de visualización de datos. Fraternidad España**

**Dupont, (Dr. Santoro, Nicolás), Distintos sistemas de evaluación Berazategui 2002**

**Grandjean E.: Physiologische Arbeitsgestaltung . ecomed (1991)**

**Fundación REFA de Argentina: REFA, "Modulo 1", Tema 4 (Ergonomía), 1988.**

**Prof. Dr. Hettinger, Theodor. Handhabung von Lasten. (REFA) Carl Hanser Verlag. München 1991**

**Prof. Dr. Hettinger, Theodor, Dipl. Ing. Hahn Bernd. Schwere Lasten - leicht gehoben. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnug. München 1991**

**INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España) Nota técnica de Prevención 173-1986 Video terminales: protocolo de exploración osteomuscular**

**INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España) Nota técnica de Prevención 174-1986 Exploración oftalmológica específica para operadores de pantallas de visualización (P.D.V.)**

**INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España) Nota técnica de Prevención 175-1986 Evaluación de las condiciones de trabajo: el método L.E.S.T**

**INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España) Nota técnica de Prevención 204-1988 Videoterminales: evaluación subjetiva de las condiciones de trabajo**

**INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España) Nota técnica de Prevención 251-1989 Pantalla de visualización de datos: medida de distancia y ángulos visuales**

**INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España) Nota técnica de Prevención 252-1989 Pantalla de visualización de datos: condición de iluminación**

**INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España) Nota técnica de Prevención 196-1988 Videoterminal: evaluación ambiental**

**INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España) Nota técnica de Prevención 443-1997 Factores psicosociales: metodología de evaluación**

**Kellerman F., Van Wely P., Willems P. Manual de Ergonomía Buenos Aires 1967**

**Dr. Ing. Kroemer, K. H. E. Was man von Schaltern, Kurbeln und Pedalen wissen muss REFA Berlin - Köln - Frankfurt 1967**

**Prof. Dr. Ing. Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. Beuth Verlag GmbH . Berlin. Köln 1992**

**Landan, K.: A. Unswirkunger der Mikroelektronik aus Arbeitwissenschaftlicher Sicht. In REFA Naachrichten, (1980)**

**Lange, W. Kleine Ergonomische Datensammlung. Verlag TÜV Rheinland (1993)**

**Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. REFA. Beuth Verlag GmbH. Berlin-Köln (1992)**

**MAPFRE Manual de Ergonomía Madrid 1995**

**MAPFRE Manual de Higiene Industrial Madrid 1996**

**Melo, José Luis. Manual de ergonomía aplicada a las vídeo terminales. Ed. FISO Buenos Aires 2008**

**Mc Kornick, Ernest J.: "Elementos de Ergonomía". , Editorial Gustavo Gil S.A. Barcelona (1980).**

**Melo, J. L. Vídeo terminales, Impacto en el hombre. (Universidad de Morón 1998)**

**Melo, J. L. Manual de Ergonomía desde el punto de vista de Higiene y Seguridad en el trabajo, Tomos 1, 2 y 3**

**Melo, J. L. La silla (Universidad de Morón)**

**Mondelo, Pedro R.; Gregori, Enrique; Blasco, Joan; Barrau, Pedro: Ergonomía 3 "Diseño de puestos de trabajo". Editorial Alfaomega 2001**

**NORMAS**

**ISO 6385/1981**  
**9241-2/1997**  
**9241-3/1992**  
**9241-5/1998**  
**9241-6/1999**

**UNE-EN-ISO-9241-5**

**IRAM 3731/1997**  
**3753/2002**

**OIT. Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo. Capítulo 29 Ergonomía**

**Schmisdke, H.: "Lehrbuch der Ergonomie 2. Auflage, Carl Hanser Verlag", München-Vien, (1981).**

**Priv. Doz. Dr. Ing. Habil. Helmut Strasser, Prof. Dr. Med. Wolf Müller-Limmroth. Ergonomie an der Kasse-aber wie? Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnug. München 1983**



## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO CON VIDEO TERMINALES	2
2.1.	INFORMACIÓN EN NORMAS	2
2.2.	CRITERIOS	3
2.3.	CONDICIONES AMBIENTALES	14
2.4.	PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE	15
2.4.1.	PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LAS MANOS Y BRAZOS	15
2.4.2.	PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN EL CUELLO / HOMBROS	15
2.4.3.	PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LA ESPADA (zona dorsal)	16
2.4.4.	PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LAS NALGAS	16
2.4.5.	PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LOS MUSLOS	16
2.4.6.	PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LAS PIERNAS Y PIES	16
2.4.7.	PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LAS PIERNAS Y PIES	17
2.4.8.	PROBLEMAS QUE AFECTAN AL HOMBRE EN LA VISTA	17
3.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN	17
3.1.	MÉTODO OPEL	17
3.2.	CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN BIPOLAR	33
3.3.	PROGRAMA DE ERGONOMÍA	35
	BIBLIOGRAFÍA	37

Ergonomía aplicada  
A la evaluación  
De los puestos de trabajo  
Mapa de Riesgos ergonómicos

---

## 9.1. INTRODUCCIÓN

Este Capítulo está destinado a poder elaborar un mapa de riesgo ergonómico real y útil, en la mayoría de los colegas se observa que se limitan a colocar en un lay out anotados los riesgos sobre las máquinas o numerar estas y anotar los riesgos en un listado adjunto, otros sobre el lay out pintan con colores las máquinas o equipos para distinguir los riesgos. Todo esto es un gran error ya que cada puesto de trabajo no siempre es mono tarea por lo tanto lo que hay que evaluar es cada tarea y en la calificación hay que tener cuidado ya que si la evaluación se hace por puesto, ¿Qué valor se le asigna?, el mejor (de menos riesgo), en cuyo caso condeno al usuario a correr riesgos que pueden ser intolerables en una tarea, si se asigna el valor del peor y este es intolerable anulo un puesto de trabajo que puede seguir operando sin mayores inconvenientes en las tareas sin riesgo o de riesgo tolerable.

Lo anterior nos está presentando elementos de juicio para cambiar el enfoque y recapacitar, un mapa de riesgo ergonómico no es un lay out marcado sino algo más complejo y asociado a las tareas y no los puestos.

## 9.2. ¿Qué debe contener un mapa de riesgo ergonómico?

Un mapa de riesgo ergonómico debe ser básicamente un listado de las tareas que se efectúan en una empresa, lo que ya está diciendo que está asociado a un plan de mejora continua, y esto ya indica la base de la necesidad de hacerlo pues todo sistema SySO (ya sea siguiendo las normas IRAM 3800, OHSAS 18.001, BS 8.800, etc.) que desee certificarse, más aun, todo sistema de gestión de Higiene y Seguridad en el Trabajo debe contener un plan trabajo en el análisis ergonómico de los puestos de trabajo, donde exista la trazabilidad, la actualización permanente y un plan de acción para corregir las deficiencias

Esto ya nos da las pautas de un mapa de riesgo ergonómico, asociado a un plan de acción así que sobre esta base se elaborará un mapa tipo.

## 9.3. Asociación del mapa de riesgo a la gestión de seguridad

Como consecuencia de la aplicación de la Resolución S.R.T.- N° 222 /98 surge el *Nivel IV* de seguridad definido como *el máximo nivel de seguridad en el trabajo que puede*

*acceder una empresa según la legislación vigente en la República Argentina.* Por lo tanto ese hace necesario establecer un procedimiento de trabajo que sirva de guía, con el objetivo de dar una herramienta que permita agilizar la tarea de establecer un sistema de control de gestión y/o certificación del mismo, dar la claridad necesaria para evitar la ejecución de tareas, gastos innecesarios y pérdidas de tiempo

## **CONDICIONES PARA ACCEDER AL NIVEL IV**

Como lo establece La Ley sobre Riesgos del Trabajo N° 20.557/96, el decreto N° 170/96 para acceder al Nivel IV una empresa esta debe tener una siniestralidad por debajo del promedio del CIU según la última publicación de la SRT y además tener un sistema de gestión SySO, independientemente que la empresa haya certificado o no un sistema SySO, bajo la norma IRAM 3800 o equivalente internacional (como ser OHSAS 18.001, BS 8.800, etc.) e independientemente que la empresa haya certificado las Normas ISO 9.000, ISO 14.0000.

### **FORMULARIO DE EVALUACIÓN PARA ASCENDER A NIVEL 4 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

<b>1.</b>	<b>REVISIÓN DE LA SITUACIÓN INICIAL</b>	
1.1.	¿Se verifica el cumplimiento integral de la legislación vigente en materia de Higiene y Seguridad en el Trabajo Ley 19.587/72, Decreto 351/79 y demás legislación vigente	
1.2.	¿Existen registros de los resultados sobre siniestralidad laboral?	
<b>2.</b>	<b>POLITICA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	
2.1.	¿Posee la empresa una Política de Seguridad y Salud Ocupacional, documentada por escrito, firmada por la máxima autoridad de la misma, destinada a optimizar la prevención de riesgos laborales y al mejoramiento de las condiciones y el medio ambiente de trabajo y puesta a conocimiento del personal, clientes y proveedores?	
2.2.	¿Se ha incorporado efectivamente a la Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional como parte integrante del Sistema de Gestión Global de la empresa?	
2.3.	¿Se proveen recursos adecuados y apropiados para implementar la Política de Seguridad y Salud Ocupacional?	
2.4.	¿Están claramente definidas las funciones, responsabilidades e integración relativas a la Política de Seguridad y Salud Ocupacional, que corresponden a cada nivel de la estructura orgánica de la empresa?	
2.5.	¿Se integra y consulta al personal de todos los niveles para aumentar el compromiso con la implementación y el mantenimiento de la Política de Seguridad y Salud Ocupacional?	

2.6.	¿Se cuenta con procedimientos adecuados para que el personal de todos los niveles (incluyendo contratistas, subcontratistas y proveedores que ingresen a planta) reciban la capacitación adecuada para conocer, comprender, implementar y mantener la Política de Seguridad y Salud Ocupacional, llevando a cabo con total idoneidad sus responsabilidades y obligaciones	
<b>3.</b>	<b>PLANIFICACIÓN</b>	
3.1.	¿La organización lleva a cabo la evaluación de agentes de riesgo, incluyendo la identificación de peligros (hacen mapeo de riesgos)?	
3.2.	¿ Existe un método de evaluación de riesgos, y registro de los resultados?	
3.3.	¿Se ha caracterizado el riesgo?	
3.4.	¿Se han clasificado las actividades de la empresa de acuerdo a su riesgo potencial, área geográfica de realización, forma de ejecución, etc.; en forma sistemática y ordenada?	
3.5.	¿Existe un método de actualización y registro de los requisitos legales de SySO?	
3.6.	¿Se han elaborado Planes de Control de Riesgos para todos aquellos riesgos que no hayan sido evaluados como triviales o tolerables, considerando soluciones técnicas adecuadas y que respondan a lo establecido en la legislación vigente?	
3.7.	¿Se ha elaborado una lista de los objetivos concretos a alcanzar en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, para optimizar la prevención de riesgos laborales y el mejoramiento de las condiciones y el medio ambiente de trabajo?	
3.8.	¿Se han seleccionado los objetivos clave o prioritarios?	
3.9.	¿Se han cuantificado los objetivos clave y se han seleccionado los indicadores de resultados para evaluar su cumplimiento?	
3.10.	¿Se han elaborado los Planes de Acción para alcanzar los objetivos clave?	
3.11.	¿Incluyen dichos Planes, los Planes Operativos para el Control de Riesgos definidos?	
3.12.	¿Se incluye un Programa de Higiene Laboral?	
3.13.	¿Se incluye un Programa de Ergonomía Laboral?	
3.14.	¿Se efectúan evaluaciones ergonómicas de los puestos de trabajo?	
3.15.	¿Se incluye un Programa de Adecuado Transporte Manual de Cargas, que incluya pesos y cargas máximas para el movimiento de materiales (biomecánica)?	
3.16.	¿Se incluye un Programa para la correcta Gestión Global de todos los Residuos generados en el lugar de trabajo?	
3.17.	¿Se ha efectuado una planificación para la medición del desempeño, la auditoría y la revisión del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional?	

<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN</b>	
4.1.	¿Se ha asignado a un miembro del más alto nivel jerárquico la responsabilidad específica de asegurar que el sistema de gestión de SySO sea implementado de manera adecuada y del cumplimiento de los requisitos en todos los lugares y esferas de operación dentro de la organización?	
4.2.	¿La organización establece y mantiene recaudos que sean apropiados para la efectiva y abierta comunicación de la información de SySo?	
4.3.	¿La organización toma las medidas necesarias para asegurar que los documentos estén actualizados y sean aplicables para el propósito para el cual fueron concebidos?	
4.4.	¿Se han asignado los recursos necesarios y se han definido las responsabilidades de ejecución?	
4.5.	¿Se dispone de un sistema de comunicaciones fluido con los organismos e instituciones externos a la empresa, que interactúan con ella?	
4.6.	¿Se dispone de la Documentación adecuada para registrar, monitorear y evaluar la marcha de los Planes de Acción en forma específica y del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional en forma global?	
4.7.	¿Se dispone de los mecanismos necesarios para verificar el logro de las metas establecidas y asegurar la implementación completa de los Planes de Acción definidos?	
<b>5.</b>	<b>VERIFICACIÓN Y ACCIONES CORRECTIVAS</b>	
5.1.	¿Se dispone de sistemas de monitoreo y medición del desempeño en la Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional?	
5.2.	¿Existen mediciones proactivas del desempeño?	
5.3.	¿Existen mediciones reactivas del desempeño?	
5.4.	¿Se realizan auditorías periódicas del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional? Consignar periodos y registros en hoja adjunta	
5.6.	¿Las auditorías son realizadas por personal adecuadamente capacitado, que no sea directamente responsable del área que está siendo auditada?	
5.7.	¿Las auditorías se llevan a cabo de acuerdo con procedimientos escritos establecidos y definidos previamente a tal efecto?	
5.8.	¿Los objetivos de las auditorías son definidos previamente y conocidos por todos los sectores afectados?	
5.9.	¿Se documenta el resultado de las auditorías?	
<b>6.</b>	<b>ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN</b>	
6.1.	¿La empresa posee comisiones internas de seguridad?	
6.2.	¿Las comisiones tienen un cronograma de reuniones?	

6.3.	¿La empresa posee toda la documentación de la registración actualizada de las acciones ejecutadas, tendientes a cumplir con la Política de Prevención de Riesgos de la empresa, que avale la gestión del Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo y del Servicio de Medicina del Trabajo ?	
<b>7.</b>	<b>CONTROLES OPERATIVOS</b>	
	<b>COMPRAS</b>	
7.1.	¿Existe un procedimiento escrito para regular que el Departamento de Compras no adquiera materiales, productos, insumos, elementos, herramientas, máquinas, servicios u otros recursos, que representen riesgo para la salud de los trabajadores, daño a la propiedad y/o al medio ambiente?	
7.2.	¿Existen especificaciones de los elementos a comprar?	
7.3.	¿Esta contemplada la verificación de los bienes y servicios críticos comprados, que necesiten procedimientos o pruebas de inspección, ensayos, control y/o certificación?	
<b>8.</b>	<b>DISEÑO</b>	
8.1.	¿Se incluye el criterio de prevención de riesgos en la etapa de diseño cuando se generan nuevos productos o proyectos?	
8.2.	¿Existe mantenimiento de documentación actualizada sobre los aspectos reguladores y requerimientos legales, que hacen al control de diseño en temas específicos de prevención de riesgos?	
<b>9.</b>	<b>CONTROL DE EMERGENCIAS</b>	
9.1.	¿Posee la empresa un Programa de Control de Emergencias perfectamente documentado y periódicamente actualizado?	
9.2.	¿Contempla el plan de contingencia la evacuación del personal como elemento prioritario?	
<b>10</b>	<b>CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS</b>	
10.1.	¿Se dispone de un Reglamento Interno de Prevención de Riesgos para contratistas, subcontratistas y trabajadores temporarios y responsable del control de actividades?	
10.2.	¿El reglamento es entregado a todos los contratistas y subcontratistas, con constancia escrita del compromiso de su cumplimiento?	
10.3.	¿Existe un responsable establecido para el control de las actividades de los contratistas y subcontratistas?	
<b>11.</b>	<b>REVISIÓN POR LA DIRECCION</b>	
11.1.	¿La organización define la frecuencia y el alcance de la revisión periódica del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional? Consignar períodos y registros en hoja adjunta.	

El formulario de Evaluación tiene todos los contenidos que deben estar adecuadamente documentados y actualizados, con fechas, periodos y responsables del sistema.

#### **Notas de aclaración del contenido del formulario:**

#### **1. REVISIÓN DE LA SITUACIÓN INICIAL**

Debe cumplir con lo establecido por la Ley 19587/72, el Decreto Reglamentario 351/79, y demás normativas legales vigentes según corresponda. Además tener un índice de incidencia menor al promedio de la rama de actividad del último año, que haya publicado la Superintendencia de Riesgos del Trabajo.

NOTA:

Se debe tener en cuenta que para iniciar la gestión de nivel IV la empresa tiene que tener el nivel III otorgado

## **2. POLITICA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL**

Debe tener una Política SySO dada a conocer públicamente por escrito, de tal forma que establezca el pensamiento y la filosofía que la Dirección Superior de la empresa tiene con respecto a la Prevención de Riesgos. Dicha Política SySO debe establecer claramente los objetivos a lograr.

La Política SySO debe estar firmada por la Máxima Autoridad de la empresa, debiendo hacerse extensiva a todo el personal de la organización y a contratistas, subcontratistas y empresas proveedoras que trabajen con la misma.

NOTA:

Se debe confirmar que no solo esté escrita sino que también haya conocimiento de ella, preguntando al azar a personal de la empresa, a contratistas y subcontratistas sobre el contenido de la política empresarial en materia de seguridad y salud ocupacional

Verificar si en los contratos donde el personal de terceros que entrará en la empresa se indica la política de SySO

## **3. PLANIFICACION**

Se debe consignar la evaluación de riesgos, así como también la identificación de peligros, el método utilizado y resultados de la evaluación de riesgos considerando todos los riesgos y actividades de la empresa.

Se debe actualizar y registrar los requisitos legales. En la planificación debe especificar por escrito los objetivos clave y registrar los resultados, con la documentación que avale el Programa de Higiene Industrial, Ergonomía Laboral, Transporte Manual de Cargas y la gestión global de la eliminación de residuos generados en el lugar de trabajo.

## **4. IMPLEMENTACION Y OPERACIÓN**

Se debe denotar fidedignamente las comunicaciones, tanto internas como externas, señalar las actualizaciones al sistema y la actualización de toda la documentación utilizada. Además tener constancia de comunicaciones con organismos e instituciones.

Se debe, exhibir documentación de registro, monitoreo y evaluación de los planes de acción, normas de procedimiento escrito para verificar el cumplimiento de las metas.

## **5. VERIFICACION Y ACCIONES CORRECTIVAS**

Tiene que haber procedimiento escrito y medición del desempeño de la gestión de salud y seguridad. Además tiene que haber registro de las inspecciones periódicas proactivas (de seguridad), del servicio de H y S, como internas. Disponer de un procedimiento actualizado para llevar a cabo la investigación de accidentes e incidentes (inspecciones reactivas), elaborar un Registro de Accidentes e Incidentes, que incluya el siguiente contenido mínimo: Identificación, Descripción, Análisis de causas, Medidas Correctivas, Recomendaciones y Firmas.

Se debe efectuar y registrar las investigaciones técnicamente hechas de todos los accidentes e incidentes acaecidos. Haber implementado un sistema de seguimiento para lograr el cumplimiento de las medidas correctivas recomendadas. Registro del análisis estadístico de la siniestralidad laboral, incluyendo los incidentes. Se deben incluir los índices de incidencia, frecuencia y gravedad acorde con las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)

Tiene que disponer de un procedimiento actualizado para realizar las auditorías, que contemple la programación de auditorías en función del desarrollo e importancia de cada actividad, consignado si el personal es externo y/o interno y su cualificación. Además documentar los periodos, registros de las auditorias y el resultado de las auditorías.

## **6. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN**

Se debe contar con documentación que avale la actividad de la comisión de seguridad, conteniendo las acciones realizadas por los Servicios de Prevención y su proyección a futuro.

## **7. CONTROL OPERATIVO COMPRAS**

Se debe elaborar, aprobar y mantener actualizado, el procedimiento, para la identificación de riesgos potenciales en la etapa de compras. Implementar un sistema que obligue a una revisión exhaustiva de los órdenes de compra y las características de los productos recibidos en almacén, en lo que respecta a Prevención de Riesgos (se tiene que tener las especificaciones de compras, claras concisas y completas, las que según el caso exijan a los proveedores la Hoja de Seguridad de aquellos productos químicos considerados de riesgo para la salud de los trabajadores, como también exijan el rotulado, en idioma oficial del país (español en nuestro caso), con las indicaciones de seguridad y primeros auxilios de los productos químicos definidos como peligrosos. Además se debe confección del listado de los elementos que necesitaron pruebas de ensayo.

## **8. DISEÑO**

Se debe elaborar, aprobar y mantener actualizado, el procedimiento para integrar criterios de Prevención de Riesgos en la etapa de diseño. Además determinar y mantener actualizados, aspectos reguladores y requerimientos legales en temas de Prevención de Riesgos. Disponiendo de Manuales actualizados, con el detalle de normas relacionadas con Prevención de Riesgos, en el área de Ingeniería de Proyectos, según los requerimientos legales nacionales y/o internacionales.

## **9. CONTROL DE EMERGENCIAS**



Se sugiere que el Plan de Contingencia contemple básicamente los siguientes aspectos:

- Identificar todas las posibles emergencias que puedan ocurrir en la empresa.
- Registrar en un documento escrito el listado de posibles emergencias.
- Disponer de un procedimiento escrito y actualizado para actuar en caso de emergencias
- Disponer de un sistema de control para materiales peligrosos.
- Poseer sistemas de comunicación alternativos para solicitar el auxilio externo.
- Realizar la designación del encargado de las comunicaciones con los medios públicos de comunicación masiva (prensa escrita, televisión, etc.).
- Disponer de un plan de búsqueda y rescate, en caso de personal faltante en el recuento.
- Disponer de los datos necesarios para comunicarse con los servicios de Asistencia Pública.
- Realizar simulacros de evacuación, dejando registro de los mismos, en forma periódica.
- Poseer una Brigada de Actuación en la Emergencia, con integrantes capacitados y entrenados.
- Disponer de un procedimiento actualizado, que establezca la forma como se restablecerán las operaciones después de la emergencia.

## **10. CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS**

Tiene que disponer de un Reglamento Interno de Prevención de Riesgos para Contratistas y Subcontratistas, este debe ser entregado a todos los contratistas y subcontratistas, junto con el contrato de trabajo, dejándose constancia escrita del compromiso para su cumplimiento, teniendo entre otras cosas que contener la exigencia a los contratistas y subcontratistas de un contrato de seguro de vida de los trabajadores (afiliación a una ART) y definir un responsable del control de las actividades de los contratistas y subcontratistas.

## **11. REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN**

Se debe elaborar, aprobar y mantener actualizados los procedimientos para realizar las revisiones, estas incluirán normalmente una evaluación de los resultados de las Auditorías Internas.

Se debe considerar que mientras más cambios se realicen en la empresa, más revisiones deberán ser programadas.

### **9.4. Mapa de riesgo**

Es muy sencillo partiendo del punto de trazabilidad y de las exigencias de las Normas SySO ya que la legislación argentina no establece ninguna pauta para efectuarlo, lo más sencillo es trabajar sobre una planilla Excel, donde el primer punto identifica la empresa en la cual se hizo el mapeo, indicando de inmediato la fecha del trabajo y el número correlativo con respecto a anteriores trabajos, luego se comienza a elaborar el mapa propiamente dicho

## Figura 9.1. Ejemplo de Mapa de Riesgos Ergonómicos Tipo

En el mapa tipo de la Figura 9.1 se observan los puntos fundamentales que ese está dividido en dos cuerpos el primero destinado a la evaluación de las tareas y los planes de acciones, el segundo a la reevaluación (de ser necesaria si la tarea debe ser intervenida), para verificar el estado final de la tarea, donde en observaciones se colocará el conforme o la necesidad de continuar trabajando en la mejora de la tarea.

Detallando lo anterior en el mapa de la Figura 9.1. en la primera columna se coloca el número del libro donde se colocarán los archivos de los estudios, (en la computadora o biblorato), un número de correlación o identificación que irán al legajo de estudio de la tarea (un archivo con el estudio de la evaluación realizada, el que permite corroborar los datos volcados de aquí en adelante),

La segunda y tercer columnas se colocan los datos que identifican de la máquina – equipo – puesto y la denominación de la tarea, (como los datos se deben separa por ejemplo en Planta, Sector, Departamento de los Puestos de trabajo, cada grupo se separa identificándolo en una fila (en donde se coloca el título de identificación de la planta, o sector, o departamento, etc.), en otras palabras, son el detalle de descripción básico y abreviado de la tarea en cuestión

Luego deben ir puestos en columnas cada uno de los métodos utilizados en las evaluaciones de las tareas en los distintos puestos de la empresa, estos tomaran la condición de partida (Evaluación Inicial Métodos/Resultados), en estas columnas se volcará el resultado (en forma de semáforo, **Rojo** tarea con riesgo intolerable la que debe ser intervenida de inmediato, **Amarillo** tarea con riesgo tolerable debe ser estudiada si hay algún grupo de personas que podría ser afectada (personas sensibles, o en recuperación, con alguna restricción física, por estar por debajo del 5 percentil, etc.), o **Verde** para tareas sin riesgo alguno. Este es el mapa base y a continuación en la planilla se efectúa el control del mapa.

En la columna a continuación de los métodos empleados debe anotarse la/s parte/s del cuerpo más comprometidas en la tarea independiente de la calificación (esto sirve para guía si el médico laboral busca reubicar personal que ha sido recalificado por algún problema físico)

A continuación, van en prima facie las sugerencias de mejoras dadas por la persona que hace el estudio ergonómico, las que luego serán corregidas o no por lo que decida el comité de ergonomía, seguridad, servicio de Higiene y Seguridad de la empresa o el organismo que está asociado a las mejoras en la empresa. Mencionado organismo designará un responsable para llevar a cabo la tarea y seguido la fecha de culminación del trabajo de mejora.

Seguido va el estatus que es la columna donde se indicará el estado de avance de las mejoras, que en cada reunión del organismo se discutirá controlará y actualizará, siendo la persona responsable la que, de permanentemente el informe de avance de las obras, hasta aquí se tiene el mapa y el trabajo realizado sobre él, pero resta comprobar el correcto resultado de las mejoras, para ello entonces se realiza una segunda evaluación para lo cual está destinado el resto de la planilla

## 9.5. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE RIESGO ERGONÓMICO

ALCOA introdujo el programa Análisis de Riesgos Operacionales (ARO) en este Capítulo lo que se hace es tomar el programa y aplicarlo exclusivamente en ergonomía por lo que se estará hablando de Análisis de Riesgo Ergonómico (ARE), por lo tanto sobre lo expuesto en capítulos anteriores se establecerá una metodología para identificar las tareas con riesgo ergonómico (esto ya está logrado en las evaluaciones, y posterior generación del Mapa de Riesgos Ergonómicos), para:

- 1- Determinar las prioridades en la aplicación de medidas correctivas o de control
- 2- Establecer una estrategia de control, establecer niveles de protección y formas de vigilancia

El ARE establece un inventario riesgos y una evaluación del peligro de cada uno de ellos (la probabilidad de producirse el daño. También es una herramienta que permite separar los riesgos mas bajos, los aceptables y los intolerables (inaceptables) para lo cual se debe establecer e implementar medidas de control.

Este análisis tiene limitaciones en cuanto es un proceso cualitativo (por tal motivo está limitado en la habilidad de cuantificar riesgos), este proceso no está diseñado para identificar riesgos y sus consecuencias, para lo cual hay que recurrir a otros sistemas de seguridad como el árbol de causas o el método de espina de pescado de Ishikawa, una vez que se produjo daño, muchas veces detectado por el servicio de medicina laboral o accidentes.

El método de Análisis de riesgos ergonómicos (ARE), consiste en seguir pasos en forma ordenada con el fin de lograr eliminar el efecto sobre el hombre de la labor que realice (tanto músculo esquelético como mental, según los métodos evaluativos de base)

El orden de desarrollo es:

- 1- Establecer el objetivo
- 2- Obtener un trabajo inicial del sector
- 3- Tener una familiarización con la tarea a evaluar
- 4- Identificar los riesgos
- 5- Identificar los controles existentes
- 6- Evaluar el riesgo ergonómico
- 7- Reportar y asentar en el mapa de riesgo ergonómico o de mejora continua

### 9.5.1. Metodología (ARE)

*1° PASO: Establecer el objetivo*

Finalidad

Este paso tiene la finalidad de establecer el objetivo del análisis, en el sector, puesto de trabajo, tarea en particular (de manera tal que se pueda manejar sin problemas ni dispersión)

Es importante considerar la tarea que tiene riesgo ya que en la mayoría de los casos nos encontramos con puestos que son multitarea o existen rotaciones permanentes de tareas a realizar dentro de una célula productiva. Es importante tener en cuenta este aspecto ya que los peligros y sus riesgos asociados pueden variar de una tarea a otra.

Por ejemplo:

- Embolsado de pellet
- Cerrar la bolsa de polietileno interior y correr la bolsa a costura
- Cerrado y cocido de la bolsa externa
- Paletizado

### Técnica / Herramientas

- Estudiar los procedimientos de trabajo y establecer un desglose manejable
- Analizar las distintas tareas del área y ver la correlación
- Consultar con los mandos medios
- Conversar con el personal que efectúa la tarea pidiendo la opinión del problema y que harían para mejorarlo (muchas veces son los que tienen la alternativa de solución más potable y/o las medidas de contingencia más rápidas y viables)

2º PASO: Obtener un trabajo inicial del sector

### Finalidad

El principio de este paso es el de unir y de revisar la información existente del proceso y familiarizarse con:

- Las reglas de seguridad del sector y la tarea (normas establecidas)
- Controlar el cumplimiento de la seguridad en el área en estudio
- Recopilar del Servicio médico los datos sobre lesiones y/o enfermedades del sector
- Comprobar los monitoreos hechos en Higiene Industrial
- Evaluar las exposiciones
- Consultar con el comité de ergonomía/Seguridad/CoHiSe, etc.
- Estudiar los resultados de las inspecciones de H y S, evaluaciones
- Ver el diagrama de flujo del proceso

Es importante la revisión de lo enumerado como punto de partida para ir familiarizando con la tarea

### Recursos del sector

Se debe tener en cuenta a las personas con conocimiento de las tareas y los equipos intervinientes así que cobra importancia las consultas directas con el personal involucrado en la tarea (ya sea operador o supervisor).

Cobran importancia los recursos de Técnicos/Ingeniería existentes y los propuestos para el presente o futuros proyectos

### Técnica / Herramientas

- Obtener la información en tiempo y forma
- Hacer una revisión profunda del material obtenido y escribir las respuestas de los encuestados
- Muchos de los riesgos es probablemente que ya a esta altura queden identificados

*3º PASO: Tener una familiarización con la tarea a evaluar*

### Finalidad

El propósito e este paso es de centrarse en el área/equipo y los procesos que serán analizados y obtener una orientación de ergonomía en el área

Ante de iniciar el proceso de identificación y análisis de los riesgos es necesario tener correctos conocimientos del funcionamiento de los equipos, tareas involucrados en el ARE. Se debe conocer el flujo de los materiales y procesos, conocer el lay out y las posiciones de los puestos de trabajo y control

Lo que permite tener un claro conocimiento de la interface hombre/máquina-equipos-herramientas, además se debe conocer todos los medios de soporte auxiliares tales como autoelevadores, Conveyor, grúas, puente grúas, monorrieles, aparejos, asistidores, balanceadores inerciales, etc.

Par ello se debe:

- Hacer una revisión del lay out del área}
- Recorrer el área para tener un panorama o vista general
- Tomar contacto con el personal del sector
- Conocer la organización del equipo de trabajo (roles individuales)
- Hablar con los miembros del equipo para entender como trabajan en conjunto
- Ver los métodos de comunicación
- Verificar que los procesos y procedimientos escritos coinciden con los reales
- Tomar conocimiento de las eventualidades que pueden surgir
- Tener en cuenta y si es necesario hacer las mediciones pertinentes (Niveles de ruido, orden y limpieza, congestión, rutas de tráfico, vibraciones, presencia de gases, polvos y contaminantes, carga térmica, etc.

## Técnica / Herramientas

- **Observar los movimientos de los equipos de trabajo para su comprensión**
- Observar el movimiento del personal

### 4° PASO: Identificar los riesgos

#### Finalidad

En este paso se identifican los riesgos tantos como se posible, haciendo hincapié en identificar los riesgos ergonómicos que resultan de la tarea del personal. Poder encontrar todos los riesgos es una tarea muy difícil, y en algunos casos casi imposible por lo que es importante no confiarse en un solo analista o un solo método de evaluación o chequeo, para ello es importante

- **Usar un sentido de ingeniería intuitivo**
- Realizar inspecciones/evaluaciones físicas (antropométricas)
- **Observar las posiciones y las actividades de trabajo (posiciones o posturas forzadas)**
- Considerar los ritmos de trabajo (gestos repetitivos)
- **Consultar y hablar con los usuarios/operarios**
- Utilizar check list para identificar riesgos
- **Revisar las evaluaciones anteriores (Observar los movimientos de los equipos de trabajo)**
- Revisar la evidencia histórica
  - Observar datos de lesiones/enfermedades
  - Datos del sector de Seguridad Industrial
  - Ver reportes de incidentes
- **Tener en cuenta los factores externos (CIMAT), clima, iluminación, carga térmica, vibraciones, ruido, etc.**
- Haga una minuciosa y repetida observación del proceso
- **Considere los peligros propios de las máquinas y equipos, por ejemplo, protecciones, diferentes niveles, pendientes, escalones, riesgos de contacto, riesgos de atrapamiento, puntos calientes, etc.**
- Considerar los componentes humanos, por ejemplo, posiciones/posturas, forma de colocar las manos, posturas de los dedos, cuello, cabeza, etc.
- **Tener en cuenta las condiciones de trabajo por ejemplo elementos en movimiento, congestión (aglomeramiento), desorden, etc.**
- Tener en cuenta la posición del personal respecto a riesgos (la posición segura ante el desplazamiento de equipos o partes)

- **Tener en cuenta situaciones inesperadas como proyección de partículas, cortes de energía, roturas, mantenimientos, generación de scrap, etc.**
- Considerar la exposición de la salud con por presencia de polvo, vapores, humos, ruido, etc.

Se debe tener precaución al describir los riesgos identificados, no colocar las consecuencias en lugar del elemento de peligro

#### 5° PASO: Identificar los controles existentes

##### Finalidad

En este paso se busca la identificación y evaluación de los valores existentes o medidas de control, cada riesgo existente debe tener controles o medidas de control, estos pueden ser:

- Diseño – (Controles que excluyen o eliminan el riesgo)
- Piezas de seguridad de ingeniería – (piezas o herramientas que se doblan antes de romper, o que emiten un sonido al sobreesfuerzo, etc.)
- Dispositivos de seguridad (barreras lumínicas, guarda poleas, rodapiés, u otro elemento pasivo)
- Dispositivos de alarma (alarmas lumínicas/audibles para provocar la reacción preventiva, etc.)
- Procedimientos, entrenamientos y EPP (métodos de trabajo seguro)

#### 6° PASO: Evaluar el riesgo ergonómico

##### Finalidad

En este paso nos encontramos con dos elementos el primero es de hacer la evaluación ergonómica de las tareas según se explico en capítulos anteriores, además de asentar en el mapa de riesgo ergonómico o de mejora continua, haciendo previamente los controles a través de un sistema adecuado como puede ser el bipolar para determinar fehacientemente si la actividad tiene antecedentes de dolencias en los operadores, (estas acciones ya fueron explicadas en capítulos anteriores)

En segundo lugar, es establecer técnicamente una prioridad de acción sobre la base de la severidad del daño que se puede causar y la probabilidad que esto ocurra

El uso del ARE necesita saber reconocer los riesgos asociados en el sistema SySO. Los riesgos son tareas o condiciones que tienen un potencial de causar daño. Para determinar esos riesgos se busca ver la combinación de dos variables, “la probabilidad que ocurra el hecho” y “la severidad del daño que cause”

##### Severidad

Es la magnitud del daño evaluado por el nivel de peor caso creíble.  
 La severidad del riesgo es evaluado y clasificado en una escala de I a IV según la figura 9.2.

I	<b>Catastrófico</b>	Fatal
II	<b>Crítico</b>	Lesión/Enfermedad severa, usualmente irreversible
III	<b>Marginal</b>	Lesión/Enfermedad menor
IV	<b>Insignificante</b>	No hay lesión/enfermedad

Figura 9.2. Clasificación de la severidad

### Probabilidad

Se denomina así a la probabilidad de que un riesgo cause daño, este es evaluado y clasificado en escala de A a F usando la guía de la figura 9.3.

A	<b>Frecuente</b>	Posibilidad de ocurrir repetidamente en un ciclo de vida del sistema (de la tarea)
B	<b>Probable</b>	Posibilidad de ocurrir varias veces en un ciclo de vida del sistema (de la tarea)
C	<b>Ocasional</b>	Posibilidad de que ocurra alguna vez en un ciclo del sistema (de la tarea)
D	<b>Remoto</b>	Poco posible que ocurra en un ciclo de vida del sistema (de la tarea), pero podría ocurrir
E	<b>Improbable</b>	Tan poco posible, que se puede asumir que no ocurrirá en un ciclo de vida del sistema
F	<b>Imposible</b>	Físicamente imposible que ocurra

Figura 9.3. Clasificación de la probabilidad que ocurra el hecho y cause daño (el ciclo de vida del sistema “tarea” se considera 25 años

### Intervalo de exposición

Es el componente de la probabilidad de un riesgo, tiene valor solamente cuando se asocia a una tiempo de exposición o intervalo, en nuestro caso lo establecimos en 25 años , Alcoa da como ejemplo: si se arroja una moneda al aire la probabilidad de cara es de 50% (intervalo 1), si se arroja dos veces la probabilidad de obtener una cara es 75% ((intervalo 2) y si se arroja tres veces la probabilidad de obtener una cara es 87,5 %, para fines de consistencia en el proceso de ARE se establece 25 años

### Fase de Operación

Para un sistema laboral los peligros y sus riesgos se asocian a las fases de proceso (u operación), una fase de operación o proceso esta dada como ciclo de vida del sistema, por ejemplo, puesta en marcha, medir, calibrar, mecanizar, etc. O alguna condición inesperada. (algunos peligros solo son inherentes a una fase del proceso)



## Clasificación de los riesgos

Al establecer la clasificación de la probabilidad y severidad en la matriz de análisis se pueden asignar la clasificación del riesgo para cada peligro, pudiéndolos clasificar de tres formas:

- 1- Aceptable
- 2- Marginal o tolerable
- 3- Inaceptable

Al poder medir la magnitud y naturaleza controles de medidas de prevención a través de las clasificaciones de riesgo ergonómico se puede planificar la reducción a niveles aceptables

### Riesgo marginal o tolerable

En el caso de que la severidad y probabilidad evaluada corresponda a un riesgo marginal (tolerable) es necesario intervenir para poder establecer un control

### Riesgo inaceptable

En el caso de que la severidad y probabilidad evaluada corresponda a un riesgo inaceptable es necesario intervenir para poder establecer un control hasta que se establezcan las medidas correctivas definitivas

## Selección de las medidas de control

Al establecer las medidas de control con el fin de reducir los riesgos es necesario considerar los siguientes criterios:

- 1- Efectividad  
Considerar si la medida de control asegura el control de riesgos, esta interfiera o no con el sistema laboral, y si estas medidas no introducen nuevos riesgos
- 2- Factibilidad  
Esta consiste en que la propuesta pueda ser aplicada en un tiempo razonable
- 3- Costo  
Es considerar si se justifica el costo de la medida de control (teniendo en cuenta todos los gastos que ocasiona)

Si las medidas de control no reducen los riesgos o es imposible aplicarlas o los costos son excesivos se continuará sin cambio, pero se seleccionaran medidas para monitorear el peligro y que se puede aplicar

Se debe ser precavido al usar procedimientos como medidas de control. Se sabe que el hombre tiene un fit back con el equipo y el operador pese a ser guiado por

el procedimiento y check list es imperfecto (humano), por lo que estos (procedimientos) son las medidas de control menos efectivas.

Las medidas de control en las que no interviene el hombre son las mejores

7° PASO: Reportar y asentar en el mapa de riesgo ergonómico o de mejora continua

Finalidad

Para finalizar el ARE se debe documentar el análisis y resultados para entregar a la Gerencia. Dado que todas las modificaciones en los equipos, cambio de diseño, colocar dispositivos de seguridad, cambios de métodos de trabajo deben ser perfectamente documentados para asegurarse su efectividad e implementación y uso en el tiempo

### 9.5.2. Desarrollo de estrategias de control

Como consecuencia de la aplicación de la Resolución S.R.T.- N° 222 /96 donde como se mencionó surge el *Nivel IV* de seguridad definido como *el máximo nivel de seguridad en el trabajo que puede acceder una empresa según la legislación vigente en la República Argentina y el Anexo I de la Resolución MTEySS N° 295/2003.* considerada la base de la aplicación de la ergonomía obliga a desarrollar estrategias de control

Por lo tanto, ese hace necesario establecer un procedimiento de trabajo guía, como el que emana de lo siguiente:

- 1- Eliminar la tarea o equipo
- 2- Diseñar cambios
  - a. Eliminar los peligros cambiando los diseños
  - b. Cambiar la alimentación manual por mecanizada o automatizada
  - c. Reconformación del puesto de trabajo
- 3- Dispositivos de limitación
  - a. Asistidores
  - b. Balanceadores
  - c. Equilibradores
  - d. Compensadores
  - e. Respaldos
- 4- Dispositivos de seguridad
- 5- Procedimientos, capacitación, concientización
  - a. Check list
  - b. Señales
  - c. Etc.

En la figura 9.4. vemos como seguir el procedimiento

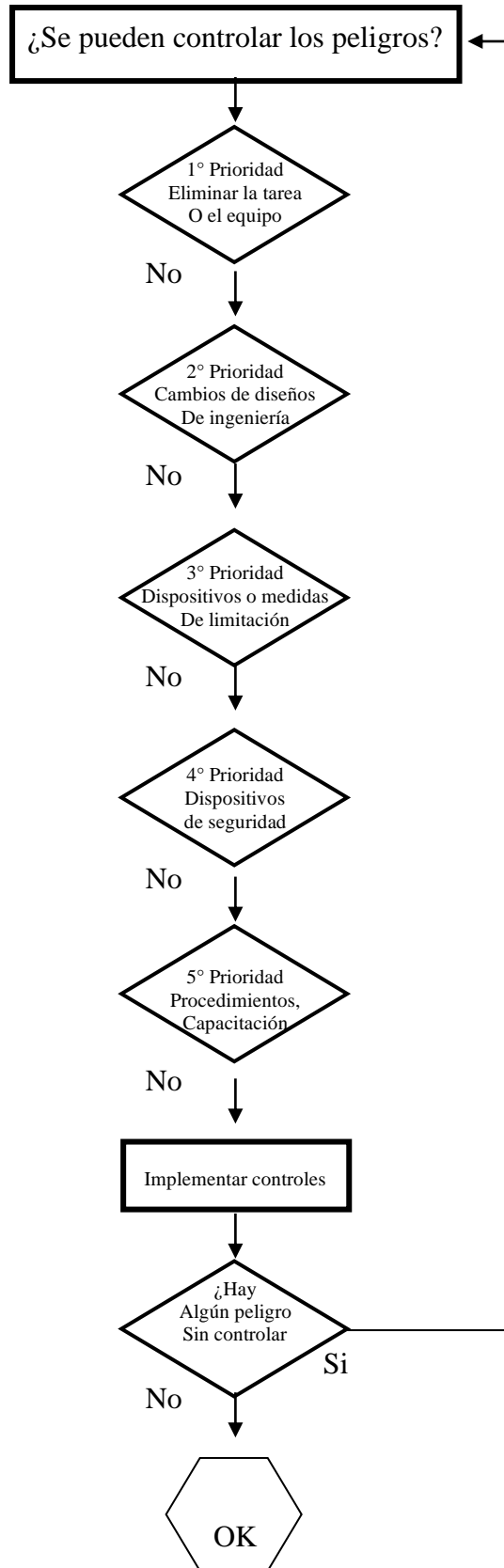


Figura 9.4. Diagrama del desarrollo de estrategias de control

### 9.5.3. Matriz de evaluación de riesgo

Nos quedó pendiente del *6º PASO: Evaluar el riesgo ergonómico* la construcción de la matriz de evaluación de riesgos, la cual representamos en la siguiente figura

		Probabilidad de pérdida					
S e v e r i d a d	Categoría	F IMPOSIBLE Imposible que ocurra	E IMPROBABLE Tan poco probable que se puede asumir que no se experimentará la ocurrencia	D REMOTO Improbable que ocurra en un ciclo de vida del sistema, pero puede ocurrir	C OCACIONAL Probable que ocurra una vez en el ciclo de vida del sistema	B PROBABLE Es probable que ocurra en varias ocasiones en el ciclo de vida del sistema	A FRECUENTE Es probable que ocurra repetidamente en el ciclo de vida del sistema
	I CATASTROFICO Fatalidad	3	3	2	1	1	1
	II CRITICO Lesión/Enfermedad severa (Usualmente irreversible)	3	3	3	2	1	1
	III MARGINAL Lesión/Enfermedad menos	3	3	3	3	2	2
	IV IVSIGNIFICANTE No hay Lesión/enfermedad	3	3	3	3	3	3

Figura 9.5. Matriz de evaluación de riesgos

Para poder visualización rápida se tiene la siguiente escala

Códigos de Acción de Riesgos	<b>3</b>	ACEPTABLE Operación permitida	<b>2</b>	MARGINAL o TOLERABLE Se requiere medidas de control para reducir el riesgo a un nivel aceptable	<b>1</b>	INACEPTABLE Se requiere acciones para reducir el riesgo a un nivel aceptable
--	----------	-------------------------------------	----------	--	----------	---

Figura 9.6. Escala de riesgos

### 9.5.4. Impacto de la ocurrencia de un hecho

Alcoa da una interpretación a la severidad y probabilidad de un hecho asociada a las variables económicas, precisamente a las que afectan a la empresa desde el punto de la rentabilidad. En este caso se deja de lado lo humano para a través de lo dinerario justificar la necesidad de las mejoras en los puestos de trabajo que redundaran en el beneficio del usuario (hombre)

Para ello establece otra matriz combinada considerándole daño al hombre, la pérdida económica por equipo (puesto de trabajo), cese de producción y los efectos ambientales, esta combinación hace que el problema se torne sensible, por lo tanto su estudio (análisis profundo), búsqueda de soluciones y la implementación de estas se torne inevitable

S e v e r i d a d e c o n s e c u e n c i a s	<b>Categoría</b>	I CATASTRO- FICO	II CRITICO	III MARGINAL o TOLERABLE	IV INSIGNIFI- CANTE		
	Lesión/Enfermedad	<b>Muerte</b>	<b>Lesión o enfermedad ocupacional severa (usualmente</b>	<b>Lesión o enfermedad ocupacional menor</b>	<b>No hay lesión ni enfermedad</b>		
	Pérdida de equipo (\$)	> 5 M	1 M a 5 M	250 mil a 1 M	< 250 mil		
	Paro de producción	> 4 meses	2 semanas a 4 meses	1 semana a 2 semanas	< 1 semana		
	Efectos ambientales	Daño ambiental de largo plazo (5 años o más) o que requiere más de 1 M para corregir o pagar multas	Daño ambiental de mediano plazo (1 a 5 años o más) o que requiere más de 250 mil a 1 M \$ para corregir o pagar multas	Daño ambiental de corto plazo (< 1 año) o requiere de 1.000 a 250 mil \$ para corregir o pagar multas	Daño ambiental menores de fácil remediación y/o requiere < 1.000 \$ para corregir o pagar multas		
P r o b a b i l i d a d e	<b>Nivel</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
	<b>Descripción</b>	Frecuente	Probable	Ocasional	Remoto	Improbable	Imposible
	<b>Definición</b>	Es probable que ocurra repetidamente en el ciclo de vida del sistema	Es probable que ocurra en varias ocasiones en el ciclo de vida del sistema	Probable que ocurra una vez en el ciclo de vida del sistema	Improbable que ocurra en un ciclo de vida del sistema, pero puede ocurrir	Tan poco probable que se puede asumir que no se experimentará la ocurrencia	Imposible que ocurra





## INDICE

- 9.1. INTRODUCCIÓN
- 9.2. ¿QUÉ DEBE CONTENER UN MAPA ERGONÓMICO?
- 9.3. ASOCIACIÓN DEL MAPA DE RIESGO A LA GESTIÓN DE SEGURIDAD
- 9.4. MAPA DE RIESGO ERGONÓMICO
- 9.5. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE RIESGO ERGONÓMICO
  - 9.5.1. METODOLOGÍA (ARE)
  - 9.5.2. DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL
  - 9.5.3. MATIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
  - 9.5.4. IMPACTO DE LA OCURRENCIA DE UN HECHO
- BIBLIOGRAFIA



## BIBLIOGRAFIA

**ALCOA. Análisis de Riesgo Operacional – ARO 1999**

**Alusud SRL - Análisis de Riesgo Operacional - 2004**

**Melo, José Luis. Manual de ergonomía aplicada a las vídeo terminales. Ed. FISO  
Buenos Aires 2008**

**NORMAS**

**BS 8.800**

**IRAM 3800**

**IRAM 3800**

**OSHAS 18.001**

**Resolución SRT N° 222 /1998 (Nivel IV de Seguridad en el Trabajo)**

**Vinisa Fuegoína - Análisis de Riesgo Operacional - 2000**

**Método de evaluación antropométrica dinámica**  
**Para determinar la rotación óptimas en los puestos de trabajo**  
**expuestos a las posiciones forzadas y gestos repetitivos**  
 (1º Premio a la Investigación en Temas de Seguridad e Higiene Laboral 2007  
 U.C.A – Fundación MAPFRE)

---

## 10.1. INTRODUCCIÓN

En Argentina la Superintendencia de Riesgos del Trabajo dependiente del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social establece las pautas básicas para el estudio de los riesgos ergonómicos en el trabajo para que en forma preventiva se puedan corregir los puestos que puedan desarrollar en el trabajador enfermedades en su Sistema Osteomuscular y del tejido conjuntivo las que representan más del 10 % del total de las enfermedades profesionales registradas en el país<sup>1</sup>.

En la Resolución MTESS N° 295/2007 no se establece la forma contundente con que se deben efectuar los estudios para la determinación de la presencia de riesgos, salvo que indica dos métodos de evolución el Nivel de Actividad Manual y el Levantamiento Manual de Cargas.

Ante la necesidad de poseer una herramienta adecuada para solucionar el impacto de las posiciones forzadas y gestos repetitivos se desarrolló el presente método. Este trabajo consistió en desarrollar un método para evaluar los niveles de compromiso Osteomuscular por segmento corporal, en un paso posterior a través de el permitir hacer un chequeo sobre la base de una matriz de doble entrada que tiene a una en los distintos grados oseomuscular por tarea y la otra por las distintas acciones contempladas (46 en total más la variante de lado derecho o izquierdo cuando corresponda)

Del resultado de la matriz se extraen los compromisos relativos entre los puestos de trabajos o tareas según corresponda por el tipo de evaluación realizadas. De estos surgen las factibles de rotación como ser islas productivas, celdas o líneas de producción, de forma tal que estas rotaciones son efectuadas en un orden de forma adecuada para reducir los efectos de las posiciones forzadas y los gestos repetitivos

La herramienta ergonómica propuesta tiene además asociado un Check List bipolar que permite analizar el resultado de las mejoras y prevenir la aparición de dolencias en los trabajadores, (el cual se presentará en el Capítulo)

En el método que tratamos ahora analiza fundamentalmente los siguientes factores:

- Movimientos repetitivos
- Frecuencia
- Fuerza utilizada según el segmento corporal
- Angulo de acción articular según el movimiento
- Posiciones de trabajo

En el control analiza:

- El cansancio mental y visual
- La presión laboral
- La aparición de malestares en las distintas partes del cuerpo, en intensidad, frecuencia y desarrollo temporal

Entre las afecciones musculoesquelética que tiende a evitar y detectar son por ejemplo:

- Tendinitis del Hombro y Periartritis Escapulo – Humeral
- Epicondilitis Lateral y Media
- Tendinitis mano – Muñeca
- Síndrome del Túnel Carpiano, Síndrome del Canal de Guyon.
- Bursitis de Diversas Articulaciones
- Quiste Tendineo

---

<sup>1</sup> Anuario Estadístico “Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales Sistema de Riegos del Trabajo República Argentina. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, Superintendencia de Riesgos del Trabajo – Año 2005.

- Síndrome del Carpo
- Etc.

Estas dolencias tienen un desarrollo de períodos cortos a largos que ascienden a semanas, meses y hasta años. Estos son el resultado de movimientos específicos y en forma repetitiva.

## 10.2. Objetivos

- a) Dar una herramienta válida al higienista:
  - 1- Para que pueda determinar los riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo desde un punto de vista biomecánico
  - 2- Además de poder determinar una forma de rotación válida técnicamente para disminuir el impacto de las posiciones forzadas y los gestos repetitivos
  - 3- Y que este pueda comprobar la bondad de sus propuestas detectando el impacto físico en los trabajadores involucrados
- b) Dar una herramienta válida a los metodistas para establecer las rotaciones en las líneas células e islas productivas de forma tal que las pueda asentar adecuadamente como parte del método – proceso del trabajo
- c) Dar una herramienta válida al médico laboral para el seguimiento de los trabajadores con antecedentes de patologías y establecer una estadística basada en un control cronológico organizado
- d) Dar al equipo multidisciplinario una herramienta para poder determinar recalificaciones ya que al saber las partes del cuerpo comprometidas y su magnitud pueden decidir apropiadamente la compatibilidad de las tareas en función al estado y condiciones físicas del trabajador
- e) Permite establecer perfiles más perfectos de requerimientos a la hora de seleccionar personal por parte de RR HH y de los controles preocupaciones adecuados
- f) Dar una herramienta válida al Kinesiólogo para establecer planes de ejercitación según los grados de compromiso músculo articular
- g) Etc. ya que existen otras variables en las que es válida su aplicación

En otras palabras, es una herramienta validada para demostrar la relación de asociación entre factores de riesgos y la posibilidad de desarrollar trastornos músculoesqueléticos de todo el cuerpo.

## 10.3. Método

El método desarrollado consiste en determinar para 46 acciones con sus variables (derecha izquierda) sobre la base del tiempo de duración del ciclo de la tarea, el porcentaje de tiempo de actividad para acción en consideración luego toma en conjunto el ángulo de acción articular y la fuerza realizada lo que va gradando. Y luego hace una sumatoria de los grados obtenido que son en definitiva los valores que utilizará en los pasos siguientes (determinación de las rotaciones más adecuadas para minimizar el impacto de las posiciones forzadas)

La justificación de cada paso es la siguiente:

### A) Determinación de las acciones:

Para comenzar lo ideal es filmar la tarea a evaluar unos tres o cuatro ciclos y en la tranquilidad del laboratorio (oficina) verlos y determinar el más claro ya que estos pueden ser filmados de distinto ángulos. Y en él establecer cuales son las acciones que hace el hombre en su tarea (el conocer el método de evaluación de tiempos predeterminados MTM<sup>2</sup> es de gran ayuda ya que este se basa en determinar los movimientos elementales que componen una tarea)

---

<sup>2</sup> MTM (Medición de Tiempos- Métodos) Ideado en Westinghouse Electric Corporation de EE UU por H. B. Maynard; G. J. Stegenmerten y J. L. Schwab.

Las acciones contempladas por nuestro métodos son:

### **DEDOS**

- 1 *Presión digital (D/I)*
- 2 *Hiperextensión (D/I)*
- 3 *Hiperflexión (preensión) (D/I)*

- 4 *Hiperflexión (sosatenimiento) (D/I)*
- 5 *Abducción del pulgar en extensión (D/I)*
- 6 *Abducción del pulgar en flexión (D/I)*
- 7 *Posición (D/I)*
- 8 *Compresión digital (D/I)*
- 9 *Abducción de los dedos (D/I)*
- 10 *Adducción de los dedos (D/I)*
- 11 *Pinza palmar (D/I)*
- 12 *Pinza digital (D/I)*
- 13 *Compresión palmar (D/I)*

**MANOS**

- 14 *Desvío radial (D/I)*
- 15 *Desvío Lunar (D/I)*
- 16 *Flexión (D/I)*
- 17 *Extensión (D/I)*

**ANTEBRAZO (Codo)**

- 18 *Flexión (D/I)*
- 19 *Extensión (D/I)*
- 20 *Pronado (D/I)*
- 21 *Suprinado (D/I)*

**BRAZO (desde la articulación del hombro)**

- 22 *Flexión plano sagital (D/I)*
- 23 *Extensión plano sagital (D/I)*
- 24 *Elevación lateral*
- 25 *Abducción (D/I)*
- 26 *Extensión horizontal (D/I)*
- 27 *Abducción horizontal (D/I)*
- 28 *Pronación (D/I)*
- 29 *Suprinación (D/I)*
- 30 *Extensión combinada (externo) (D/I)*
- 31 *Extensión combinada (interno) (D/I)*

**CUELLO - CABEZA**

- 32 *Laterización (D/I)*
- 33 *Flexión*
- 34 *Extensión*
- 35 *Rotación (D/I)*

**CINTURA - TRONCO**

- 36 *Flexionado*
- 37 *Laterización (D/I)*
- 38 *Rotación (D/I)*

**PIERNAS (muslo)**

- 39 *Flexión (D/I)*
- 40 *Extensión (D/I)*
- 41 *Abducción (D/I)*

**PIERNA (rodilla)**

- 42 *Flexión (D/I)*
- 43 *Extensión (D/I)*

**PIE**

- 44 *Flexión (D/I)*
- 45 *Extensión (D/I)*
- 46 *Rotación (D/I)*

El uso de la filmadora implica muchas horas de observación frente al puesto de trabajo de ahorro y una evaluación más confiable ya que se pueden ver las acciones cuadro a cuadro.

**B) Determinación de la duración del ciclo:**

En segundo paso se procede a cronometrar varios ciclos (en centiminutos (CM)) y se toma el valor promedio, el cual se marca en cada una de las acciones que lleva la tarea discriminándola por el lado empleado

NOTA:

En el caso que este estudio se realice para evaluaciones médicas es conveniente cambiar la discriminación de lado izquierdo y derecho por el de inhábil y hábil (ya que al estudiar las dolencias que puede padecer el trabajador es necesario saber si es el lado correspondiente al hábil o no para no cometer el error por simetría de movimientos)

El uso de la filmadora permite hacer este paso también en el laboratorio, si en el estudio trabaja en colaboración personas de métodos y tiempos es conveniente que ellos efectúen el cronometraje dada su gran habilidad

#### C) **Determinación el porcentaje de acción en el ciclo:**

En el tercer paso se determina el porcentaje de tiempo del total del ciclo esta comprometido el movimiento o acción

$$\% \text{ de duración de la acción} = \frac{\text{T tiempo de acción (CM)} \times 100}{\text{Duración del ciclo (CM)}}$$

El cual a ser anotado en la planilla va automáticamente gradando la acción

#### D) **Determinación del grado de movimiento articular y esfuerzo:**

En el cuarto paso se valoriza el ángulo de acción fuerza y el ángulo de movimiento articular. Mediante el uso de un goniómetro se obtienen los valores de los ángulos determinados en el movimiento de cada segmento corporal (en °) y mediante un dinamómetro, o instrumento equivalente el valor del esfuerzo (en kg) o carga a la cual está sometido el segmento corporal, estos se gradan según lo establecido más adelante debajo de la planilla de evaluación. Los valores (grados obtenidos) tanto para el movimiento como para la fuerza se suman y luego se divide por dos, este resultado es el que se asienta.

Nota:

Cuando no exista uno de los valores (ángulo o esfuerzo), se coloca el valor que da la gradación sin dividir.

#### E) **Determinación del valor o Sumatoria:**

En el quinto paso se efectúa la sumatoria de los grados obtenidos resultantes de todos los datos, esto dan en forma indirecta tres valores los que se suman y el resultado es el valor a colocar como "sumatoria."

El valor mayor dado en las distintas sumas (de cada acción involucrada) es el que da el resultado del riesgo existente (color de la operación estudiada).

### **10.3.1. Planilla de trabajo**

A continuación, se presenta la planilla completa para relevar los datos y evaluar la tarea, esta es la original empleada en los relevamientos de consistencia del método, empleada en el 2003 al comenzar la evaluación del método en su primera parte (Evaluación del puesto de trabajo

Nota:

Para hacer más completo el estudio se emplearon los métodos SURREY, Sue Rodgers, Moor Garg, Proderg, NIOSH 1991 y se complementaron con los NAN y LMC de la Resolución MTESS N° 295/2003 <sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Del la publicación previa del Libro Ergonomía del Lic. José Luis Melo Editorial Journal – Año 2005 (Publicación definitiva).






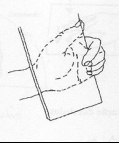

## **MÉTODO DE ANTROPOMETRÍA DINÁMICA** **EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE PUESTOS DE TRABAJO MEDIANTE EL** **ANÁLISIS DE LOS SEGMENTOS CORPORALES DEL HOMBRE**

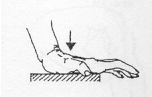


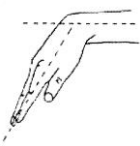

TAREA

SECTOR

PUESTO DE TRABAJO








1° Paso Análisis de los movimientos	L A D O	2° paso Duración del ciclo hasta (CM)					3° paso Porcentaje de la duración de la acción en el ciclo					4° paso Esfuerzo (kg) Ángulos (°) (Ver instrucciones)					5° Paso Valor Suma- toria	Observa- ciones
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4		
Puntaje		≤	11	31	61	>	≤	21	41	61	81							
		10	a	6a	100	101	20	40	60	80	100							
6. Abducción del pulgar en  flexión	<b>D</b>																	
	<b>I</b>																	
7. Oposición  Oposición	<b>D</b>																	
	<b>I</b>																	
8. Compresión Digital 	<b>D</b>											45	45	60	75	>		
	<b>I</b>											45	45	60	75	>		
9. Abducción de los dedos 	<b>D</b>																	
	<b>I</b>																	
10. Abducción de los dedos 	<b>D</b>																	
	<b>I</b>																	
11. Pinza palmar 	<b>D</b>																	
	<b>I</b>																	
12. Pinza 	<b>D</b>																	
	<b>I</b>																	

1° Paso Análisis de los movimientos	L A D O	2° paso Duración del ciclo hasta (CM)					3° paso Porcentaje de la duración de la acción en el ciclo					4° paso Esfuerzo (kg) Ángulos (°) (Ver instrucciones)					5° Paso Valor Suma- toria	Observa- ciones
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4		
Puntaje		≤	11	31	61	>	≤	21	41	61	81							
		10	a	30	6a	100	20	40	60	80	100							
13. Compresión palpar 	<b>D</b>																	Presión de la palma sin In- terven- ción de los dedos
	<b>I</b>																	
<b>MANOS / PUÑOS</b>																		
14. Desvío radial 	<b>D</b>											<	5°	9°	12	>		Máximo acepta- ble 20°
	<b>I</b>											5°	a	9°	a	15		
15. Desvío ulnar 	<b>D</b>											<	10	15	20	>		Máximo acepta- ble 30°
	<b>I</b>											10	a	15	a	25		
16. Flexión 	<b>D</b>											<	10	20	30	>		Máximo acepta- ble 45°
	<b>I</b>											10	a	20	a	40		
17. Extensión 	<b>D</b>											<	10	20	30	>		Máximo acepta- ble 45°
	<b>I</b>											10	a	20	a	40		



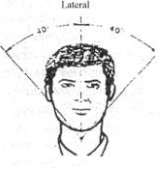


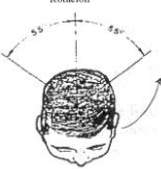




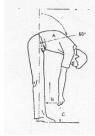
1° Paso Análisis de los movimientos	L A D O	2° paso Duración del ciclo hasta (CM)					3° paso Porcentaje de la duración de la acción en el ciclo					4° paso Esfuerzo (kg) Ángulos (°) (Ver instrucciones)					5° Paso Valor Sumatoria	Observaciones					
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4							
Puntaje		≤ 10	11 a 30	31 a 6a	61 a 100	> 101	≤ 20	21 a 40	41 a 60	61 a 80	81 a 100												
27. Abducción horizontal 	<b>D</b>																					Máximo aconsejable 90° (plano sagital)	
	<b>I</b>																						
28. Pronación 	<b>D</b>											< 10	10 a 20	20 a 35	35 a 50	> 50						Solamente cuando el brazo está prácticamente estendido Máximo 100°	
	<b>I</b>											< 10	10 a 20	20 a 35	35 a 50	> 50							
29. Supinado 	<b>D</b>											< 10	10 a 20	20 a 35	35 a 50	> 50						Solamente cuando el brazo está prácticamente estendido Máximo 100°	
	<b>I</b>											< 10	10 a 20	20 a 35	35 a 50	> 50							
30. Extensión Combinada (externo) 	<b>D</b>																					Máximo aceptable hasta 45° por debajo de la línea horizontal	
	<b>I</b>																						
31. Flexión combinada (interno) 	<b>D</b>																					Máximo aceptable hasta 45° por debajo de la línea horizontal	
	<b>I</b>																						

1° Paso Análisis de los movimientos	L A D O	2° paso Duración del ciclo hasta (CM)					3° paso Porcentaje de la duración de la acción en el ciclo					4° paso Esfuerzo (kg) Ángulos (°) (Ver instrucciones)					5° Paso Valor Suma- toria	Observa ciones				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4						
Puntaje		≤	11	31	61	>	≤	21	41	61	81											
		10	a	a	a	a	20	a	a	a	a											

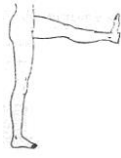



### CUELLO – CABEZA

32. Laterización 	<b>D</b>											<5	5	8	10	>		Máximo 15° no se debe hacer en forma prolon- gada	
	<b>I</b>												<5	5	8	10			>
33. Flexión 													<5	5	10	20	>		Máximo 30° no se debe hacer en forma prolon- gada
34. Extensión 													<3	3	6	8	>		No aconsejable máximo 15° no se debe hacer en forma prolon- gada
35. Rotación 	<b>D</b>												<5	5	10	15	>		Máximo aconseja- ble 30° para cada lado
	<b>I</b>													<5	5	10	15		

### CINTURA – TRONCO

36. Flexionado 																			Máximo 80° no se aconseja
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------------------



1° Paso Análisis de los movimientos	L A D O	2° paso Duración del ciclo hasta (CM)					3° paso Porcentaje de la duración de la acción en el ciclo					4° paso Esfuerzo (kg) Ángulos (°) (Ver instrucciones)					5° Paso Valor Sumatoria	Observaciones
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4		
Puntaje		≤ 10	11 a 30	31 a 6a	61 a 100	> 101	≤ 20	21 a 40	41 a 60	61 a 80	81 a 100							
43. Extensión 	<b>D</b>																	Totalmente recta
	<b>I</b>																	
<b>PIE</b>																		
44. Flexión 	<b>D</b>																	Atención apoya el talón del pie máximo aconsejable 10°
	<b>I</b>																	
45. Extensión 	<b>D</b>																	Atención con las mujeres con tacos altos que están sentadas Máximo 10°
	<b>I</b>																	
46. Rotación 	<b>D</b>																	Atención en pedaleras Máximo a Consejable 25°
	<b>I</b>																	

De "0" a "6" **verde** (no requiere intervención)

De "7" a "9" **Amarillo** (es conveniente apreciar una reconformación para aliviar el segmento corporal comprometido)

De "10" a "12" **Rojo** (se debe reconformar el puesto de trabajo indefectiblemente y verificar médicamente que los usuarios no tengan daño físico)

**Resultado de la evaluación:**

Fecha: ..... de ..... de 200.....

Evaluador: ..... Firma: .....

Observaciones:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Recomendaciones: .....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Auditor .....

Fecha: ..... de ..... de 201....

**NOTA:**

Lo ideal es reemplazar en el formulario derecha (D), izquierda (I) por lado hábil (LH), lado inhábil (LI), ya que de esta manera al estudiar las enfermedades profesionales no se interfiere con malas interpretaciones de enfermedades de un lado u otro que al ser de lado hábil no se generaliza, sino que se concentra en forma correcta

### **10.3.2. INSTRUCCIONES**

Para realizar la evaluación de deben llevar a cabo los pasos indicados en las planillas en forma secuencial.

#### **Primer paso: ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS**

En primer lugar, se determinan los movimientos que intervienen en la labor analizada, tachando los que no correspondan.

#### **Segundo paso: DURACIÓN DEL CICLO**

Luego se indica el tiempo de duración de la operación correspondiente al cronometraje realizado (ciclo base)

#### **Tercer paso: PORCENTAJE DE LA DURACIÓN DE LA ACCIÓN EN EL CICLO**

Teniendo la duración del ciclo se toma el tiempo de acción del movimiento en estudio (en CM), con ambos se determina el porcentaje de tiempo dentro del ciclo empleado en la realización del cada movimiento a evaluar.

#### **Cuarto paso: ESFUERZO Y ÁNGULO DE MOVIMIENTO ARTICULAR**

Con un goniómetro se obtienen los valores de los ángulos determinados en el movimiento de cada segmento corporal (en °) y mediante un dinamómetro, balanza o instrumento equivalente el valor del esfuerzo (en kg) o carga a la cual está sometido el segmento corporal, estos se gradan según lo establecido más adelante.

Los valores (grados obtenidos) se suman y luego se divide por dos, este resultado es el que se asienta.

Nota:

Cuando no exista uno de los valores (ángulo o esfuerzo), se coloca el valor que da la gradación sin dividir.

#### **Quinto paso: SUMATORIA**

Una vez obtenidos todos los datos, esto dan en forma indirecta tres valores los que se suman y el resultado es el valor sumatorio.

El valor mayor dado en las distintas sumas es el que da el resultado del color de la operación estudiada.

#### **OBTENCIÓN DE LOS VALORES**

Los valores correspondientes a las variables para cada acción de los distintos segmentos corporales se toman de lo siguiente:

#### **DEDOS**



1) **PRESIÓN DIGITAL**: la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 0,300 kg.
- 1- De 0,301 a 0,600 kg.
- 2- De 0,601 a 0,900 kg.
- 3- De 0,901 a 1,100 kg.
- 4- > 1,100 kg.

El ángulo que toma el dedo no se tiene en cuenta, pero hay que tener en cuenta que a medida que se pone más recto se aproxima a hiperextensión.

2) **HIPEREXTENSIÓN**: la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 1,100 kg.
- 1- De 1,101 a 1,500 kg.
- 2- De 1,501 a 1,800 kg.
- 3- De 1,801 a 2,000 kg.
- 4- > 2,000

Los dedos están rectos

3) **HIPERFLEXIÓN (APRETAR)**: se analizan los casos en que el hombre cierra las manos haciendo fuerza, como en el caso de trabajar con pinzas, la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 5,000 kg.
- 1- De 5,001 a 10,000 kg.
- 2- De 10,001 a 15,000 kg.
- 3- De 15,001 a 20,000 kg.
- 4- > 20,000 kg.

Se tiene que tener en cuenta la forma y características superficiales, los valores se dan para condiciones ideales de elemento que se aprieta (tamaño, forma y morbilidad superficial, que no generen daño), empuñaduras adecuadas.

4) **HIPERFLEXIÓN (SOSTENIMIENTO)**: Dentro de este tipo de acción se observan tres diferentes, sostenimiento puro (el hombre agarra algo y trata de que no se le caiga o se aleje), de deslizamiento (el hombre trata que no se le resbale hacia los costados) y por último, de rotación (donde el hombre impide que gire el elemento que tiene tomado)

a. **Sostenimiento puro**, la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 5,000 kg.
- 1- De 5,001 a 10,000 kg.
- 2- De 10,001 a 15,000 kg.
- 3- De 15,001 a 20,000 kg.
- 4- > 20,000 kg.

El movimiento de la muñeca en flexión no puede ser mayor de 45° y el de extensión de 30°

b- Deslizamiento, la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 4,000 kg.
- 1- De 4,001 a 8,000 kg.
- 2- De 8,001 a 12,000 kg.
- 3- De 12,001 a 16,000 kg.
- 4- > 16,000 kg.

El desvío radial de la muñeca no debe superar los 15° y el desvío ulnar los 25°

c- Rotación, la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 3,000 kg.
- 1- De 3,001 a 5,000 kg.
- 2- De 5,001 a 7,000 kg.
- 3- De 7,001 a 9,000 kg.
- 4- > 9,000 kg.

El movimiento de la muñeca en flexión no puede ser mayor de 45° y el de extensión de 30°

5) ABDUCCIÓN DEL PULGAR EN EXTENSIÓN: la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 1,000 kg.
- 1- De 1,001 a 2,000 kg.
- 2- De 2,001 a 2,500 kg.
- 3- De 2,501 a 3,000 kg.
- 4- > 3,000 KG.

No toma valores angulares

6) ABDUCCIÓN DEL PULGAR EN FLENXIÓN: la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 1,100 kg.
- 1- De 1,101 a 1,200 kg.
- 2- De 1,201 a 1,500 kg.
- 3- De 1,501 a 2,000 kg.
- 4- > 2,000 kg.

No toma valores angulares

7) OPOSICIÓN: la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro para el dedo meñique (caso más desfavorable), es:

- 0- Cuando es < 0,300 kg.

- 1- De 0,301 a 0,500 kg.
- 2- De 0,501 a 0,700 kg.
- 3- De 0,701 a 1,000 kg.
- 4- > 1,000 kg.

No toma valores angulares

8) COMPRESIÓN DIGITAL: la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 2,000 kg.
- 1- De 2,001 a 4,000 kg.
- 2- De 4,001 a 6,000 kg.
- 3- De 6,101 a 7,000 kg.
- 4- > 7,000 kg.

Los ángulos son

- 0- Cuando es 45°
- 1- Mas de 45 a 60.
- 2- Más de 60 a 75°.
- 3- Más de 75 a 90°.
- 4- Mas de 90°.

9) ADUCCIÓN DE LOS DEDOS:

- 0- Cuando es < 10,000 kg.
- 1- De 10,001 a 11,000 kg.
- 2- De 11,001 a 13,000 kg.
- 3- De 13,001 a 15,000 kg.
- 4- > 15,000 kg.

Los ángulos están asociados a 8

10) ABDUCCIÓN DE LOS DEDOS:

- 5- Cuando es < 10,000 kg.
- 6- De 10,001 a 11,000 kg.
- 7- De 11,001 a 13,000 kg.
- 8- De 13,001 a 15,000 kg.
- 9- > 15,000 kg.

Los ángulos están asociados a 8

11) PINZA PALMAR: la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 7,000 kg.
- 1- De 7,001 a 10,000 kg.
- 2- De 10,001 a 15,000 kg.

- 3- De 15,001 a 20,000 kg.
- 4- > 20,000 kg.

No considera ángulos

12) PINZA: la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 1,500 kg.
- 1- De 1,501 a 2,000 kg.
- 2- De 2,001 a 3,000 kg.
- 3- De 3,001 a 4,000 kg.
- 4- > 4,000 kg.

No considera ángulos

13) COMPRESIÓN PALMAR: la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 5,000 kg.
- 1- De 5,001 a 10,000 kg.
- 2- De 10,001 a 13,000 kg.
- 3- De 13,001 a 15,000 kg.
- 4- > 15,000 kg.

### **MANOS - PUÑOS**

14) DESVIO RADIAL: la valoración del ángulo del mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es < 5°
- 1- De 5 a 10°
- 2- De 10,1 a 15°
- 3- De 15,1 a 20°
- 4- > 20°

la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 0,700 kg.
- 1- De 0,701 a 0,900 kg.
- 2- De 0,901 a 1,300 kg.
- 3- De 1,301 a 1,600 kg.
- 4- > 1,600 kg.

15) DESVIO ULNAR: la valoración del ángulo del mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es < 10°

- 1- De 10 a 15°
- 2- De 15,1 a 20°
- 3- De 20,1 a 25°
- 4- > 25°

la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 0,700 kg.
- 1- De 0,701 a 0,900 kg.
- 2- De 0,901 a 1,300 kg.
- 3- De 1,301 a 1,600 kg.
- 4- > 1,600 kg.

16) FLEXIÓN: la valoración del ángulo del mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es < 10°
- 1- De 10 a 12°
- 2- De 20,1 a 30°
- 3- De 30,1 a 40°
- 4- > 40°

la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 0,700 kg.
- 1- De 0,701 a 1,000 kg.
- 2- De 1,001 a 1,500 kg.
- 3- De 1,501 a 2,000 kg.
- 4- > 2,000 kg.

17) EXTENSIÓN: la valoración del ángulo del mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es < 10°
- 1- De 10 a 20°
- 2- De 20,1 a 30°
- 3- De 30,1 a 40°
- 4- > 40°

la valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 0,700 kg.
- 1- De 0,701 a 1,000 kg.
- 2- De 1,001 a 1,500 kg.
- 3- De 1,501 a 2,000 kg.
- 4- > 2,000 kg.

**ANTEBRASOS (codos)**

18) FLEXIÓN: la valoración del ángulo del codo tomado con un goniómetro es compleja, por ello se toma la resultante según la valoración derivada del método desarrollado por el Profesor Peter Davis en el año 1974 <sup>4</sup>.

Para determinar los valores a ponderar se determinan las curvas límites de las exigencias laborales, en forma rápida y sencilla, aplicando valores a las curvas dadas por el Profesor Peter Devis, sabiendo que este presenta nueve series de gráficos en los cuales figuran los valores límites de fuerza para operaciones manuales, teniendo en cuenta que la frecuencia e trabajo no es mayor a una operación por 100 CM, (sí la frecuencia supera este valor, los valores límites dados en los gráficos deben reducirse un 30%).

Cada serie de gráficos (excepto la última) tienen seis representaciones gráficas en las que se indican los valores límites aceptables en kg., para distintas distancias posiciones de los brazos, a partir del punto acromial (punta del hombro).

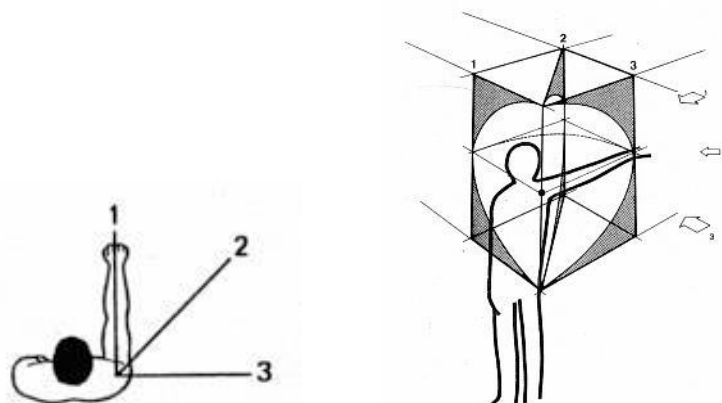
Las fuerzas denotadas en cada situación de trabajo no exceden los límites permisibles, por lo que cualquier persona podrá desarrollar la tarea sin riesgos de padecer en el futuro algunos de los trastornos físicos.

Los límites aquí están establecidos parten del método original para el hombre correspondiente al 5 percentil de los trabajadores (del sexo masculino), es decir individuos de 1,65 m de altura y 60 Kg. de peso, (en el caso de trabajadores de menor altura y/o peso más bajo se deben hacer reducciones proporcionales de los valores dados de los límites de esfuerzo).

En cada serie el primer gráfico presenta el caso en que las manos se poseionan delante del tronco para efectuar el esfuerzo en un plano vertical, (manos hacia delante del cuerpo. El segundo gráfico presenta el caso en que las manos se encuentran en un plano vertical situado a 45° con respecto al eje tronco, (manos giradas a 45° hacia el lado externo del cuerpo). El tercer gráfico presenta el caso en que las manos están situadas en el mismo plano vertical que el del tronco (las manos están giradas hacia el costado, paralelas al plano de la espalda)

---

<sup>4</sup> Prof. Dr. Meter Davis Universidad de Surrey Inglaterra 1974.



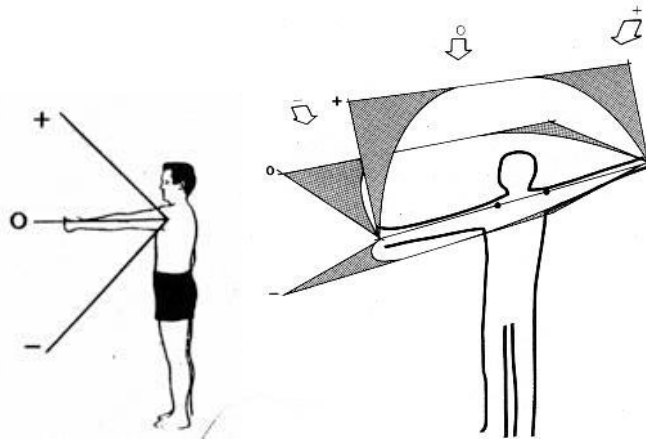
Planos verticales de referencia utilizados en los gráficos

- 1- Manos situadas frente al pecho (plano sagital)
- 2- Manos situadas en un plano a 45° con respecto al sagital
- 3- Manos situadas en líneas con los hombros (plano coronal)

**Figura 1.**

El cuarto gráfico (-) indica los límites (o niveles) de esfuerzo cuando las manos se encuentran en un plano transversal inclinado 45° hacia abajo con respecto al plano horizontal (de referencia)

El quinto gráfico (o) indica los niveles aceptables de esfuerzo cuando las manos se encuentran en un plano horizontal, observados desde arriba. El sexto gráfico (+) indica los límites (o niveles) de esfuerzo cuando las manos se encuentran en un plano transversal inclinado 45° hacia arriba con respecto al plano horizontal (de referencia)



Planos transversales de referencia utilizados en los gráficos

- + Manos ubicadas en un plano inclinado 45° con respecto a la horizontal, sobre los hombros.
- 0 Manos ubicadas en un plano horizontal a nivel de los hombros
- Manos ubicadas en un plano inclinado 45° con respecto a la horizontal por debajo de ella

**Figura 2**

**Cada uno de los gráficos responde a una escala de extensión funcional del brazo, como se observa en la figura inferior de cada serie de gráficos, (distancia entre el puño y el punto acromial), este responde como se mencionó al trabajador 5 percentil. Los valores indicados en cada gráfico se expresan en Kilo-fuerza. En el grupo de gráficos de la última serie se dan los valores límites para las tareas bimanuales de empuje o tracción (en posición de pie o de rodillas), con los brazos en extensión delante del cuerpo**

Este método se puede emplear de la siguiente forma:

Se determina mediante el empleo de un dinamómetro la fuerza que hace la persona. Sabiendo la dirección y sentido del esfuerzo, se busca en la tabla correspondiente el valor límite y se efectúa la comparación con la tabla de valores, analizando como es el valor medido con respecto al de la tabla, viendo de acuerdo al sexo de ella.

Si el valor es un 70% menor al de la tabla la ponderación será = 0.

Si el valor supera el 70% y/o llega hasta el 80 % la ponderación será = 1

Si el valor supera el 80% y/o llega hasta el 90 % la ponderación será = 2

Si el valor supera el 90% y/o llega hasta el 95 % la ponderación será = 3

Si el valor supera el 95% la ponderación será = 4

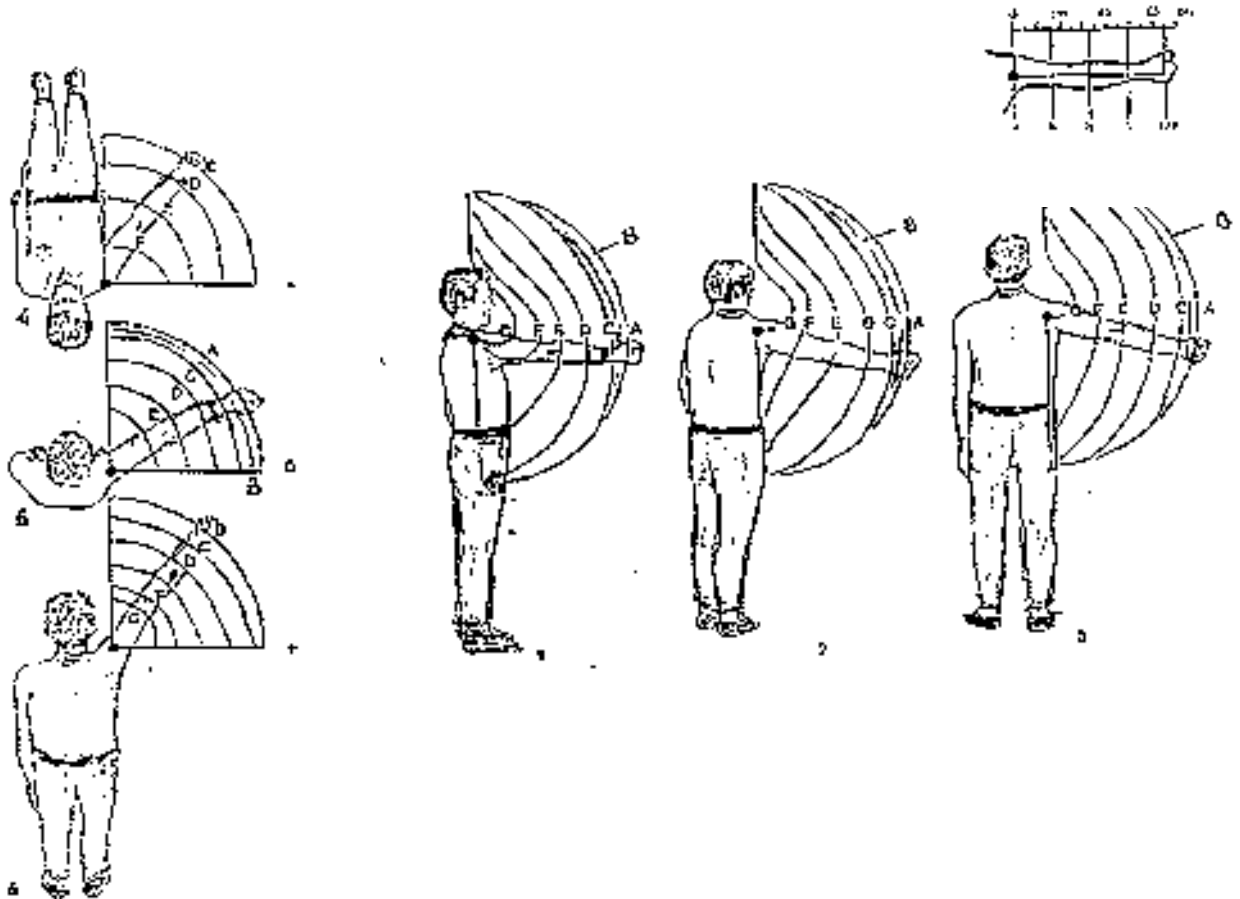
El valor no debe superar el 100% en ningún caso sino el puesto de trabajo puede llegar a generar en el hombre algún problema físico a corto plazo o largo, por lo tanto, se debe reconfigurar el puesto, o cambiar el procedimiento.



## Operación de movimiento de carga en posición de pie o en cuclillas con una mano

Los valores de los límites de las fuerzas se dan en kg. (en el método Surrey se dan 3 grupos de valores por edad, en nuestro caso se toma uno solo dado que para tareas manuales se emplea personas menores de 50 años)

Para tareas de más de 100 CM los valores se deben reducir en un 30% (si la persona que realiza la tarea es de sexo femenino también se debe reducir)

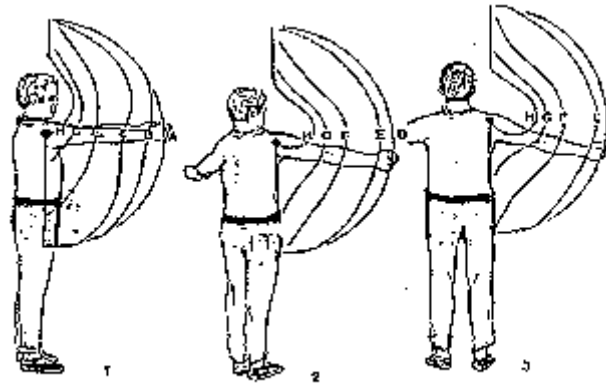
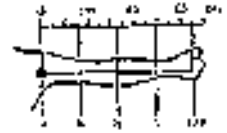
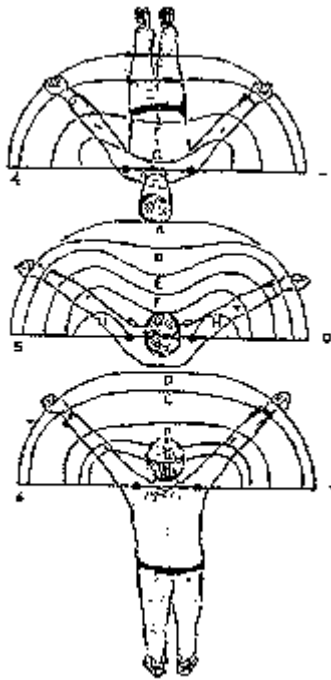


GRUPOS POR TIEMPO DE TRABAJO Y SEXO			
	HOMBRES		MUJERES
	Menos de 100 CM	Más de 100 CM	Menos de 100 CM
A	10	7	7
B	11	7,7	7,7
C	12	8,4	8,4
D	15	10,5	10,5
E	20	14	14
F	25	17,5	17,5
G	30	21	21

## Operación de movimiento de carga en posición de pie o en cuclillas con dos manos

Los valores de los límites de las fuerzas se dan en kg. (en el método Surrey se dan 3 grupos de valores por edad, en nuestro caso se toma uno solo dado que para tareas manuales se emplea personas menores de 50 años)

Para tareas de más de 100 CM los valores se deben reducir en un 30% (si la persona que realiza la tarea es de sexo femenino también se debe reducir)

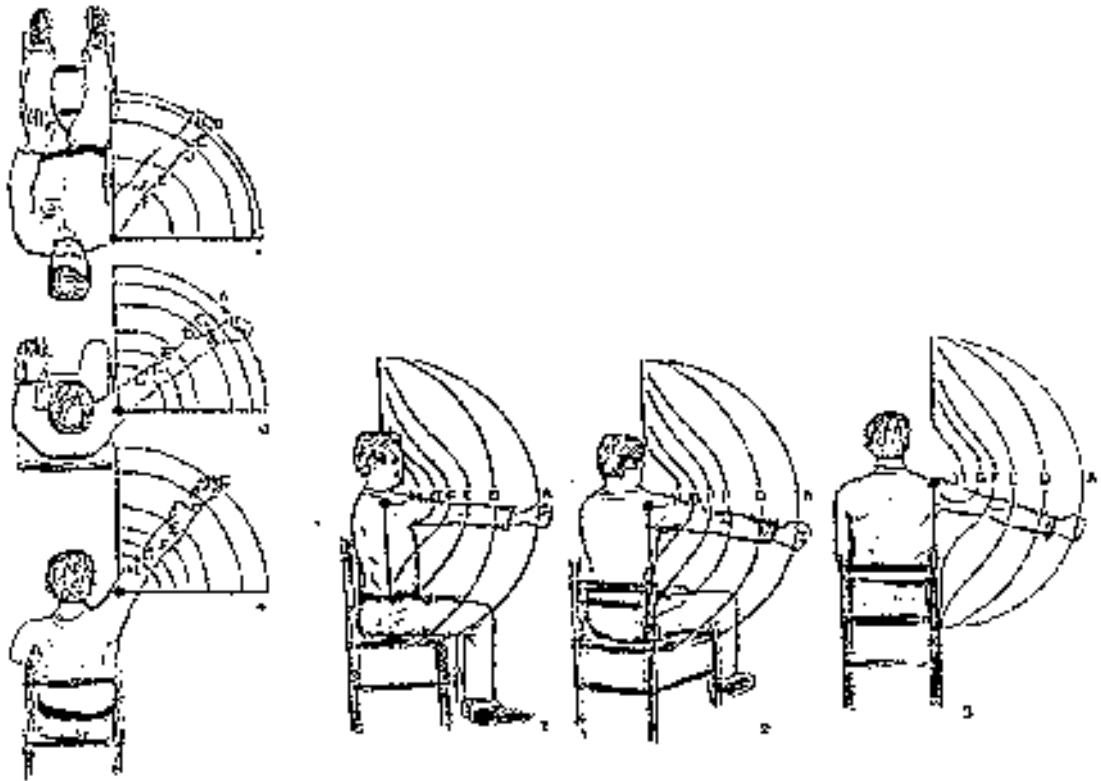


<b>GRUPOS POR TIEMPO DE TRABAJO Y SEXO</b>			
	<b>HOMBRES</b>		<b>MUJERES</b>
	<b>Menos de 100 CM</b>	<b>Más de 100 CM</b>	<b>Menos de 100 CM</b>
<b>A</b>	10	7	7
<b>B</b>	15	10,5	10,5
<b>C</b>	16	11,2	11,2
<b>D</b>	18	12,6	12,6
<b>E</b>	20	14	14
<b>F</b>	30	21	21
<b>G</b>	40	28	28
<b>H</b>	50	35	35

## Operación de movimiento de carga en posición de sentado con una mano

Los valores de los límites de las fuerzas se dan en kg. (en el método Surrey se dan 3 grupos de valores por edad, en nuestro caso se toma uno solo dado que para tareas manuales se emplea personas menores de 50 años)

Para tareas de más de 100 CM los valores se deben reducir en un 30% (si la persona que realiza la tarea es de sexo femenino también se debe reducir

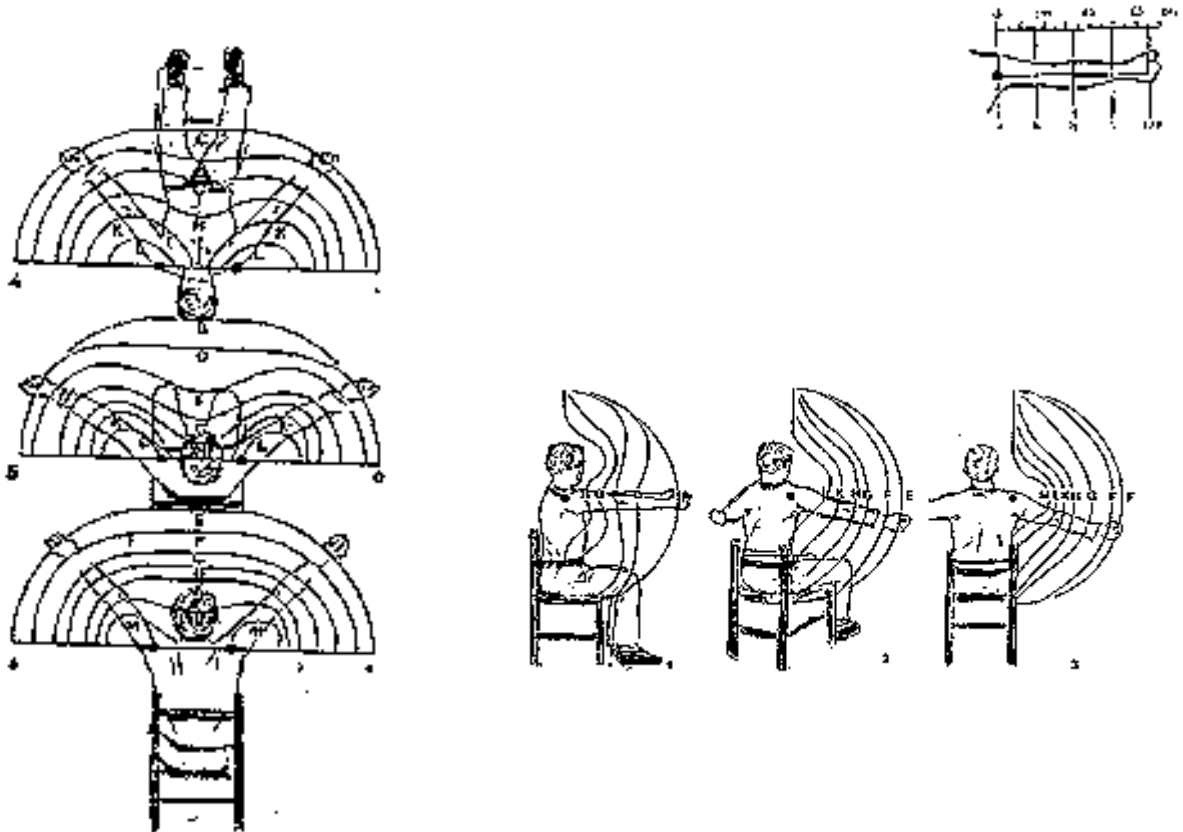


<b>GRUPOS POR TIEMPO DE TRABAJO Y SEXO</b>			
	<b>HOMBRES</b>		<b>MUJERES</b>
	<b>Menos de 100 CM</b>	<b>Más de 100 CM</b>	<b>Menos de 100 CM</b>
<b>A</b>	10	7	7
<b>B</b>	11	7,7	7,7
<b>C</b>	12	8,4	8,4
<b>D</b>	15	10,5	10,5
<b>E</b>	20	14	14
<b>F</b>	25	17,5	17,5
<b>G</b>	30	21	21
<b>H</b>	35	24,5	24,5

## Operación de movimiento de carga en posición de sentado con dos manos

Los valores de los límites de las fuerzas se dan en kg. (en el método Surrey se dan 3 grupos de valores por edad, en nuestro caso se toma uno solo dado que para tareas manuales se emplea personas menores de 50 años)

Para tareas de más de 100 CM los valores se deben reducir en un 30% (si la persona que realiza la tarea es de sexo femenino también se debe reducir)



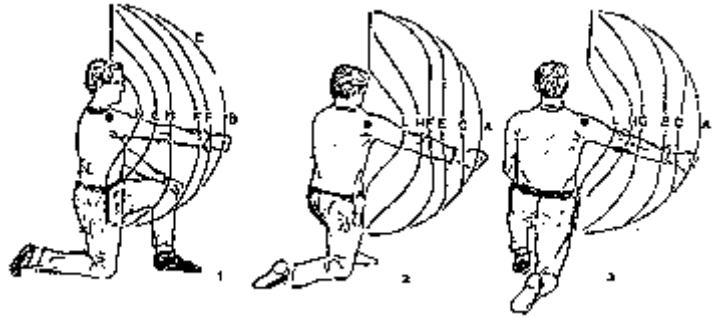
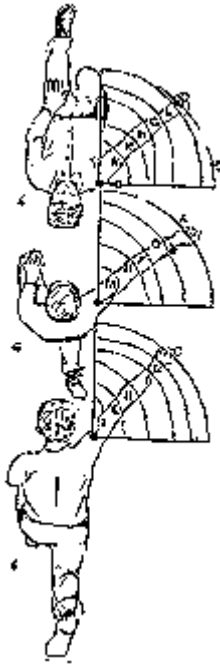
<b>GRUPOS POR TIEMPO DE TRABAJO Y SEXO</b>			
	<b>HOMBRES</b>		<b>MUJERES</b>
	<b>Menos de 100 CM</b>	<b>Más de 100 CM</b>	<b>Menos de 100 CM</b>
<b>A</b>	11	7,7	7,7
<b>B</b>	12	8,4	8,4
<b>C</b>	14	9,8	9,8
<b>D</b>	15	10,5	10,5
<b>E</b>	18	12,6	12,6
<b>F</b>	20	14	14
<b>G</b>	25	17,5	17,5
<b>H</b>	30	21	21
<b>K</b>	35	24,5	24,5
<b>L</b>	40	28	28
<b>M</b>	45	31,5	31,5

### **Operación de movimiento de carga con una rodilla apoyada en el suelo con una mano**

Los valores de los límites de las fuerzas se dan en kg. (en el método Surrey se dan 3 grupos de valores por edad, en nuestro caso se toma uno solo dado que para tareas de

esfuerzos manuales (manipulación de materiales) en la Argentina se emplea personas menores de 50 años.

Para tareas de más de 100 CM los valores se deben reducir en un 30% (si la persona que realiza la tarea es de sexo femenino también se debe reducir

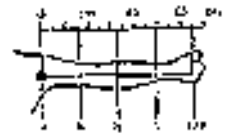
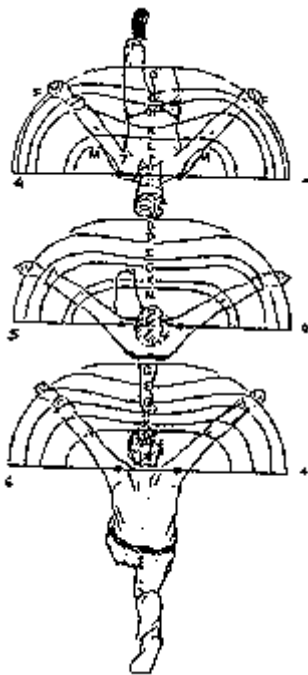


<b>GRUPOS POR TIEMPO DE TRABAJO Y SEXO</b>			
	<b>HOMBRES</b>		<b>MUJERES</b>
	<b>Menos de 100 CM</b>	<b>Más de 100 CM</b>	<b>Menos de 100 CM</b>
<b>A</b>	10	7	7
<b>B</b>	11	7,7	7,7
<b>C</b>	13	9,1	9,1
<b>D</b>	14	9,8	9,8
<b>E</b>	15	10,5	10,5
<b>F</b>	17	11,9	11,9
<b>G</b>	18	12,6	12,6
<b>H</b>	20	14	14
<b>K</b>	22	15,4	15,4
<b>L</b>	25	17,5	17,5
<b>M</b>	27	18,9	18,9
<b>N</b>	30	21	21

### **Operación de movimiento de carga con una rodilla apoyada en el suelo con las dos manos**

Los valores de los límites de las fuerzas se dan en kg. (en el método Surrey se dan 3 grupos de valores por edad, en nuestro caso se toma uno solo dado que para tareas manuales se emplea personas menores de 50 años)

Para tareas de más de 100 CM los valores se deben reducir en un 30% (si la persona que realiza la tarea es de sexo femenino también se debe reducir

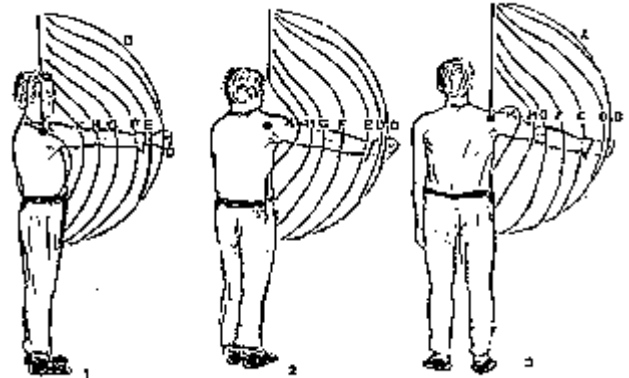
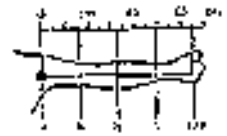
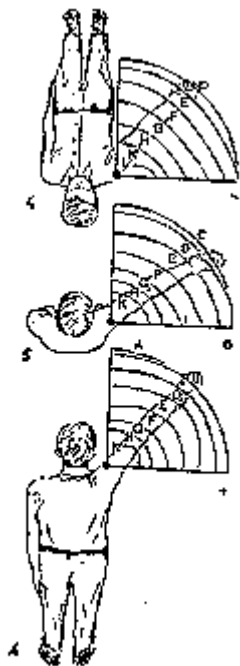


<b>GRUPOS POR TIEMPO DE TRABAJO Y SEXO</b>			
	<b>HOMBRES</b>		<b>MUJERES</b>
	<b>Menos de 100 CM</b>	<b>Más de 100 CM</b>	<b>Menos de 100 CM</b>
<b>A</b>	14	9,8	9,8
<b>B</b>	15	10,5	10,5
<b>C</b>	20	14	14
<b>D</b>	22	15,4	15,4
<b>E</b>	25	17,5	17,5
<b>F</b>	28	19,6	19,6
<b>G</b>	30	21	21
<b>H</b>	35	24,5	24,5
<b>K</b>	40	28	28
<b>L</b>	45	31,5	31,5
<b>M</b>	50	35	35

### **Empuje palmar en posición de pie con una mano**

Los valores de los límites de las fuerzas se dan en kg. (en el método Surrey se dan 3 grupos de valores por edad, en nuestro caso se toma uno solo dado que para tareas manuales se emplea personas menores de 50 años)

Para tareas de más de 100 CM los valores se deben reducir en un 30% (si la persona que realiza la tarea es de sexo femenino también se debe reducir

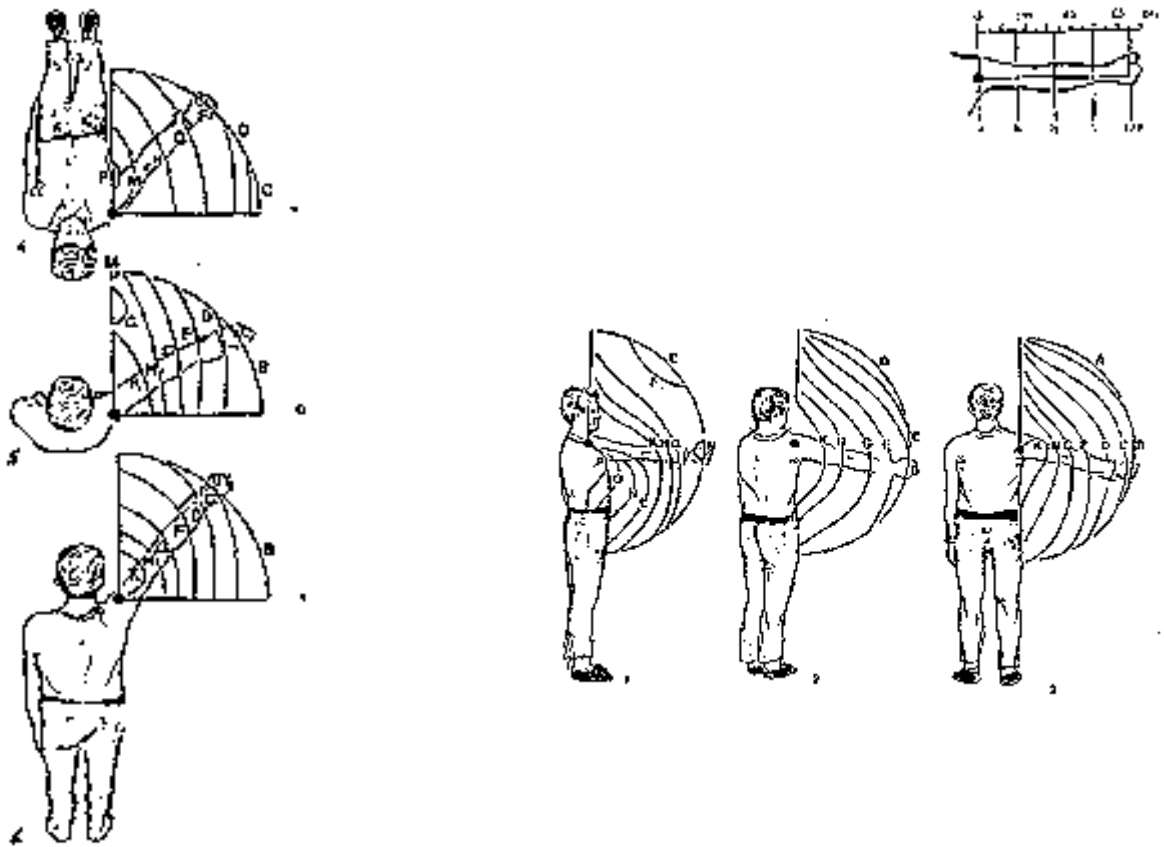


<b>GRUPOS POR TIEMPO DE TRABAJO Y SEXO</b>			
	<b>HOMBRES</b>		<b>MUJERES</b>
	<b>Menos de 100 CM</b>	<b>Más de 100 CM</b>	<b>Menos de 100 CM</b>
<b>A</b>	7	4,9	4,9
<b>B</b>	8	5,6	5,6
<b>C</b>	9	6,3	6,3
<b>D</b>	10	7	7
<b>E</b>	11	7,7	7,7
<b>F</b>	13	9,1	9,1
<b>G</b>	14	9,8	9,8
<b>H</b>	16	11,2	11,2
<b>K</b>	18	12,6	12,6
<b>L</b>	19	13,3	13,3

### **Operación de empuje hacia delante en posición de pie con una mano**

Los valores de los límites de las fuerzas se dan en kg. (en el método Surrey se dan 3 grupos de valores por edad, en nuestro caso se toma uno solo dado que para tareas manuales se emplea personas menores de 50 años)

Para tareas de más de 100 CM los valores se deben reducir en un 30% (si la persona que realiza la tarea es de sexo femenino también se debe reducir



GRUPOS POR TIEMPO DE TRABAJO Y SEXO			
	HOMBRES		MUJERES
	Menos de 100 CM	Más de 100 CM	Menos de 100 CM
A	9	7	7
B	10	7,7	7,7
C	12	8,4	8,4
D	14	10,5	10,5
E	15	14	14
F	16	17,5	17,5
G	18	21	21
H	20		
K	22		
L	24		
M	25		
N	26		
O	28		
P	30		

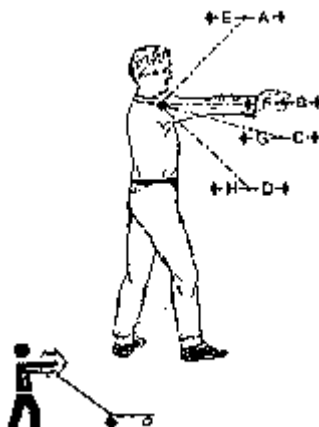
### Operación de empuje y tracción horizontal con las dos manos

Los valores de los límites de las fuerzas se dan en kg. (en el método Surrey se dan 3 grupos de valores por edad, en nuestro caso se toma uno solo dado que para tareas manuales se emplea personas menores de 50 años)

Para tareas de más de 100 CM los valores se deben reducir en un 30% (si la persona que realiza la tarea es de sexo femenino también se debe reducir

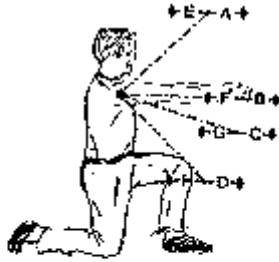


## A -En posición de pie



<b>GRUPOS POR TIEMPO DE TRABAJO Y SEXO</b>			
	<b>HOMBRES</b>		<b>MUJERES</b>
	<b>Menos de 100 CM</b>	<b>Más de 100 CM</b>	<b>Menos de 100 CM</b>
<b>A</b>	12	8,4	8,4
<b>B</b>	20	14	14
<b>C</b>	25	17,5	17,5
<b>D</b>	30	21	21
<b>E</b>	18	12,6	12,6
<b>F</b>	35	24,5	24,5
<b>G</b>	42	29,4	29,4
<b>H</b>	50	35	35

**A -En posición con una rodilla apoyada en el piso**



GRUPOS POR TIEMPO DE TRABAJO Y SEXO			
	HOMBRES		MUJERES
	Menos de 100 CM	Más de 100 CM	Menos de 100 CM
A	11	7,7	7,7
B	20	14	14
C	27	18,9	18,9
D	22	15,4	15,4
E	15	10,5	10,5
F	38	26,6	26,6
G	45	31,5	31,5
H	60	42	42

19) EXTENDIDO: En este caso no hay valoración de ángulo, por ello se toma la resultante según la valoración derivada del método desarrollado por el Profesor Peter Davis en el año 1974. (Ver punto 18)

20) PRONADO: la valoración del ángulo del codo se toma con un goniómetro y el valor del esfuerzo se determina con un dinamómetro, valorándola según su magnitud.

La valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 0,700 kg.
- 1- De 0,701 a 1,000 kg.
- 2- De 1,001 a 1,500 kg.
- 3- De 1,501 a 2,000 kg.
- 4- > 2,000 kg.

la valoración del ángulo de la mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es < 10°
- 1- De 10 a 12°

- 2- De 20,1 a 30°
- 3- De 30,1 a 40°
- 4- > 40°

21) SUPINACIÓN: la valoración del ángulo del codo se toma con un goniómetro y el valor del esfuerzo se determina con un dinamómetro, valorándola según su magnitud.

La valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es < 0,700 kg.
- 1- De 0,701 a 1,000 kg.
- 2- De 1,001 a 1,500 kg.
- 3- De 1,501 a 2,000 kg.
- 4- > 2,000 kg.

la valoración del ángulo de la mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es < 10°
- 1- De 10 a 12°
- 2- De 20,1 a 30°
- 3- De 30,1 a 40°
- 4- > 40°

### **BRAZOS (desde la articulación del hombro)**

22) FLEXIÓN PLANO SAGITAL: En este caso se toma la resultante según la valoración derivada del método desarrollado por el Profesor Peter Davis en el año 1974. (Ver punto 18)

23) EXTENSIÓN PLANO SAGITAL: En este caso se toma la resultante según la valoración derivada del método desarrollado por el Profesor Peter Davis en el año 1974. (Ver punto 18)

24) ELEVACIÓN LATERAL: En este caso se toma la resultante según la valoración derivada del método desarrollado por el Profesor Peter Davis en el año 1974. (Ver punto 18)

25) ABDUCCIÓN: En este caso se toma la resultante según la valoración derivada del método desarrollado por el Profesor Peter Davis en el año 1974. (Ver punto 18)

26) EXTENSIÓN HORIZONTAL: En este caso no se toma la resultante según la valoración derivada del método desarrollado por el Profesor Peter Davis en el año 1974. (Ver punto 18)

27) ABDUCCIÓN HORIZONTAL: En este caso se toma la resultante según la valoración derivada del método desarrollado por el Profesor Peter Davis en el año 1974. (Ver punto 18)

28) PRONADO: la valoración del ángulo del codo se toma con un goniómetro y el valor del esfuerzo se determina con un dinamómetro, valorándola según su magnitud.

La valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es  $< 0,700$  kg.
- 1- De 0,701 a 1,000 kg.
- 2- De 1,001 a 1,500 kg.
- 3- De 1,501 a 2,000 kg.
- 4-  $> 2,000$  kg.

la valoración del ángulo de la mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es  $< 10^\circ$
- 1- De 10 a  $20^\circ$
- 2- De 20,1 a  $35^\circ$
- 3- De 35,1 a  $50^\circ$
- 4-  $> 50^\circ$

29- SUPINACIÓN: la valoración del ángulo del codo se toma con un goniómetro y el valor del esfuerzo se determina con un dinamómetro, valorándola según su magnitud.

La valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es  $< 0,700$  kg.
- 1- De 0,701 a 1,000 kg.
- 2- De 1,001 a 1,500 kg.
- 3- De 1,501 a 2,000 kg.
- 4-  $> 2,000$  kg.

la valoración del ángulo de la mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es  $< 10^\circ$
- 1- De 10 a  $20^\circ$
- 2- De 20,1 a  $35^\circ$
- 3- De 35,1 a  $50^\circ$

4- > 50°

30) EXTENSIÓN COMBINADA: En este caso se toma la resultante según la valoración derivada del método desarrollado por el Profesor Peter Davis en el año 1974. (Ver punto 18)

31) FLEXIÓN COMBINADA: En este caso se toma la resultante según la valoración derivada del método desarrollado por el Profesor Peter Davis en el año 1974. (Ver punto 18)

### **CABEZA - CUELLO**

32) LATERIZACIÓN: No toma en cuenta el esfuerzo dado que es difícil hallar alguna tarea que lo posea

La valoración del ángulo de la mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es < 5°
- 1- De 5 a 8°
- 2- De 8,1 a 10°
- 3- De 10,1 a 15°
- 4- > 15°

33) FLEXIÓN: No toma en cuenta el esfuerzo dado que es difícil hallar alguna tarea que lo posea

La valoración del ángulo de la mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es < 5°
- 1- De 5 a 10°
- 2- De 10,1 a 20°
- 3- De 20,1 a 30°
- 4- > 30°

34) EXTENSIÓN: No toma en cuenta el esfuerzo dado que es difícil hallar alguna tarea que lo posea

La valoración del ángulo de la mano tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es < 3°
- 1- De 3 a 6°
- 2- De 6,1 a 8°
- 3- De 8,1 a 10°
- 4- > 10°

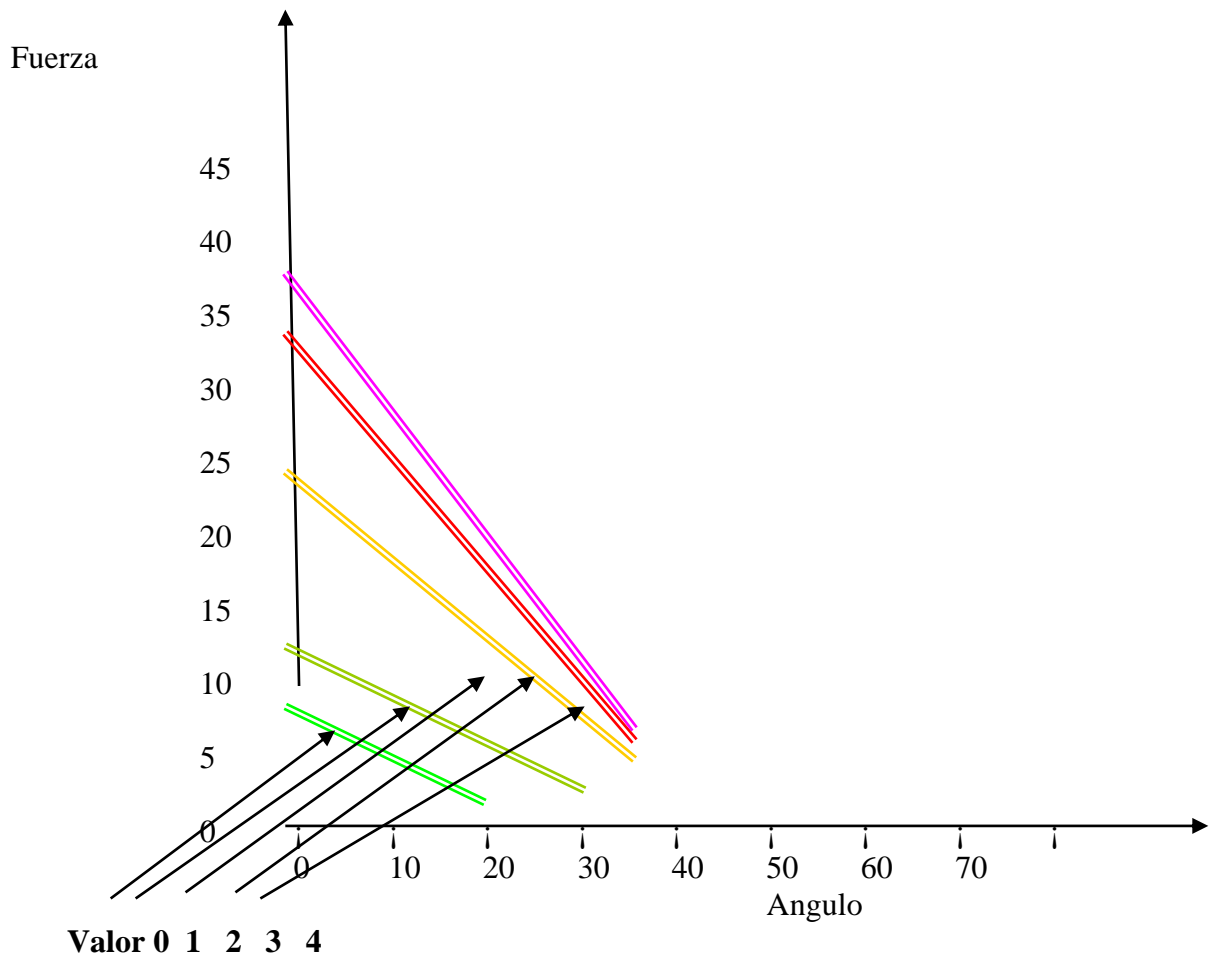
35) ROTACIÓN: No toma en cuenta el esfuerzo dado que es difícil hallar alguna tarea que lo posea y además se toma en la flexión

La valoración del ángulo de la mano tomado con un goniómetro es:

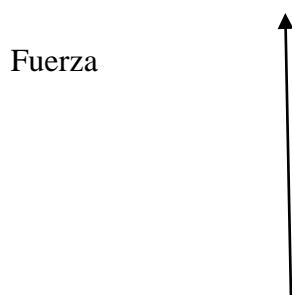
- 0- Cuando es  $< 5^\circ$
- 1- De  $5$  a  $10^\circ$
- 2- De  $10,1$  a  $15^\circ$
- 3- De  $15,1$  a  $25^\circ$
- 4-  $> 25^\circ$

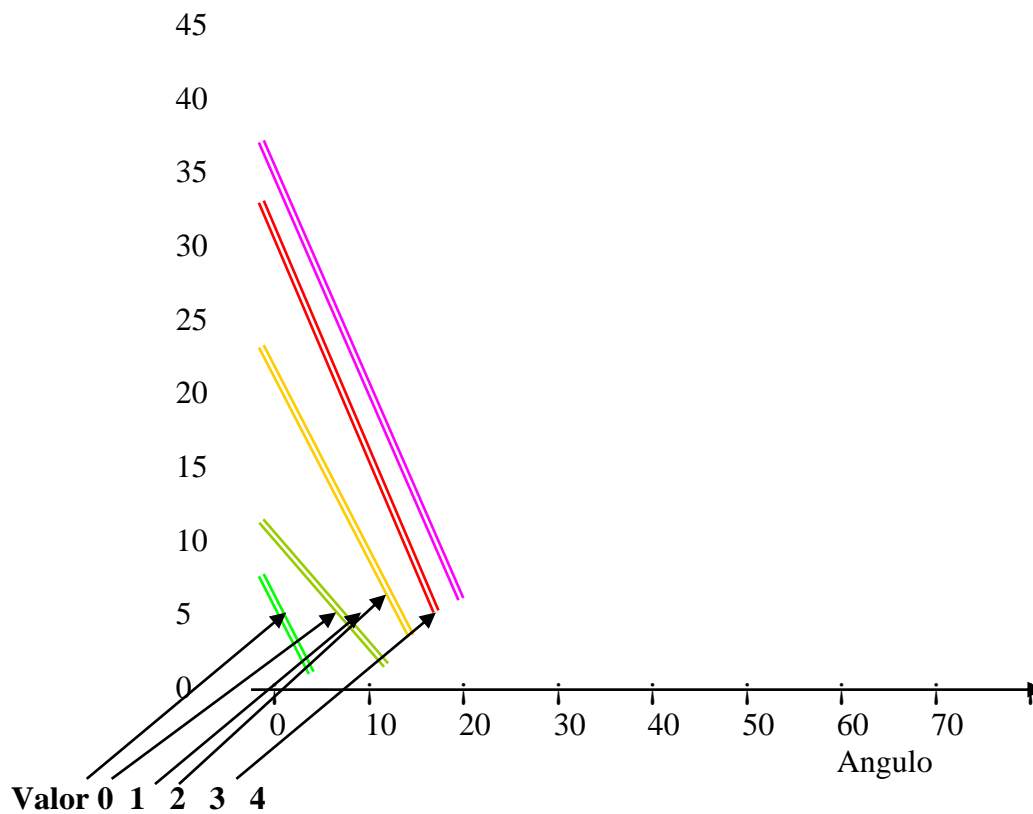
### CINTURA - TRONCO

36- FLEXIONADO: Se toma en cuenta el esfuerzo dado lo siguiente:



37) LATERIZACIÓN DESDE LA CINTURA: Se toma el esfuerzo según lo siguiente:





38) ROTACIÓN DE LA CINTURA: No toma en cuenta el esfuerzo dado que se toma en cuenta en la flexión.

La valoración del ángulo de giro de la cintura tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es  $< 15^\circ$
- 1- De 15 a  $30^\circ$
- 2- De 30,1 a  $45^\circ$
- 3- De 45, a  $75^\circ$
- 4-  $> 75^\circ$

**PIERNA (muslo)**

39) FLEXIÓN DEL MUSLO (articulación en la cadera)

La valoración del ángulo es si está parado o sentado tomando en cuenta el tiempo en esa postura durante la jornada laboral:

- 0- Cuando está parado  $<$  de media hora o sentado igual tiempo
- 1- Cuando está parado 45 minutos o sentado igual tiempo
- 2- Cuando está parado hasta 1 hora o sentado 50 minutos

- 3- Cuando está parado hasta 2 horas o sentado 1 hora y media
- 4- Cuando esta parada > de 2 has o sentado más de una hora y media

40) EXTENSIÓN DEL MUSLO: No toma en cuenta el esfuerzo dado que se toma en cuenta en la flexión.

La valoración del ángulo de extensión por detrás del plano coronal tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es 0°
- 1- > 0° a 2,5°
- 2- De 2,5 a 5°
- 3- De 5ª, a 10°
- 4- > 10°

41) ABDUCCIÓN DEL MUSLO: No toma en cuenta el esfuerzo dado que se toma en cuenta en la flexión.

La valoración del ángulo desde el plano sagital tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es 0°
- 1- > 0° a 5°
- 2- De 5° a 10°
- 3- De 10ª, a 15°
- 4- > 15°

### **PIERNA (rodilla)**

42) FLEXIÓN DE LA PIERNA: La valoración del ángulo es si está parado o sentado tomando en cuenta el tiempo en esa postura durante la jornada laboral:

- 0- Cuando está < de media hora sentado
- 1- Cuando está sentado de media hora a 1 hora
- 2- Cuando sentado de 1 a 2 hora o hasta 1 hora con la pierna a menos de 90°
- 3- Cuando está de 2 horas sentado a 4 horas o más de una hora a una y media con la pierna a menos de 90 °
- 4- Cuando supera lo establecido en 3

43) EXTENSIÓN DE LA PIERNA: La valoración del ángulo es si está totalmente exatendida o no

- 0- Cuando no está extendida
- 1- Cuando está extendida hasta 1 hora
- 2- Cuando está extendida de 1 a 2 hora
- 3- Cuando está extendida de 2 horas a 4 horas
- 4- Cuando supera las 4 horas extendida



## PIE

44) FLEXIÓN: DEL PIE: la valoración del ángulo del pie tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es  $< 5^\circ$
- 1- De 5 a  $10^\circ$
- 2- De 10,1 a  $15^\circ$
- 3- De 15,1 a  $20^\circ$
- 4-  $> 20^\circ$

La valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es  $< 0,700$  kg.
- 1- De 0,701 a 1,000 kg.
- 2- De 1,001 a 1,500 kg.
- 3- De 1,501 a 2,000 kg.
- 4-  $> 2,000$  kg.

45) EXTENSIÓN DEL PIE: la valoración del ángulo del pie tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es  $< 2,5^\circ$
- 1- De 2,5 a  $5^\circ$
- 2- De 5,1 a  $7,5^\circ$
- 3- De 7,51 a  $10^\circ$
- 4-  $> 10^\circ$

La valoración del esfuerzo tomado con un dinamómetro es:

- 0- Cuando es  $< 0,700$  kg.
- 1- De 0,701 a 1,000 kg.
- 2- De 1,001 a 1,500 kg.
- 3- De 1,501 a 2,000 kg.
- 4-  $> 2,000$  kg.

46) ROTACIÓN DEL PIE: la valoración del ángulo del pie tomado con un goniómetro es:

- 0- Cuando es  $< 2,5^\circ$
- 1- De 2,5 a  $5^\circ$
- 2- De 5,1 a  $7,5^\circ$
- 3- De 7,51 a  $10^\circ$
- 4-  $> 10^\circ$







11D	0			8	1						1				1	2	5		2	4	2	2		4	8	3	5	
11-I				8	1										1	2	3							1	4	8	3	5
12D	0	2	0	8	3	2	2	4	3	2	2	3	4		4	4	4		3	5	4	2	4	7	4	4	2	
12-I	0	1	0	8	2	2	2	4	3	2	2	3	3		3	2	4		2	2	2	3	6	4	5	3	2	
13D																			4	2	4						2	
13-I																												
14D	0	2	1									1	0		1	4	2		2	5				4		4		
14-I	0	2	1								1	0	0		1	4	2		2	5						4	4	
15D	0	0			3	3						0	0		2	2	2			4	2				4	4	4	
15-I	0	0		7	3	3									2	2	2			4	2					4	4	
16D		0	1		1		2						0		2	4	2			2	2			4	4	4	3	
16-I		0	0		1	1	2						0		2	3	2			2	2			4	4	4		
17D	1				1	2										2												
17-I	1	0			1	2										2										3		
18D	0	5	5	8	4	5	6	6	5	4	4	4	4	4	6	4	4	4	6	6	6	6	6	7	8	7	4	
18-I	0	5	5	7	4	5	6	6	5	4	4	4	4	4	6	4	4	4	6	6	6	6	4	7	8	7	4	
19D					1	1	1								2	2	2			2	2				4	3	2	
19-I					1	1	1								2	2	2			2	2				4	4	2	
20D	0	0			1		3	2					0		1	3	2			2	2			4		3		
20-I	0	0			1		3	2							1	3	2			2	2			4		3		
21D								2								3								4				
21-I					1																							
22D	0	5	5	8	1	5	5	5	5	4	4		4	4	6	4	4	4	6	6	6	4	5	7	8	7	5	
22-I	0	5	5	8	1	5	5	5	5	4	4		4	4	6	4	4	4	6	6	6	4	5	7	8	7	4	
23D																												
23-I																												
24D															2	2				2				4				
24-I															2	2				2				4				
25D	1			4																								
25-I	1			4																					4			
26D																												
26-I	0	0																										
27D	5	5	5	9	6	5	5	5	5	4	3		4	4	6	5	4	4	6	8	4	4	8		7	6	4	
27-I	5	5	5	9	6	5	5	5	5	4	3		4	4	6	5	4	4	6	8	4	4	8		7	6	4	
28D	0																											
28-I	0																											
29D	0																											
29-I	0																											
30D																												
30-I																												
31D																												
31-I																												
32D																												
32-I																												
33	0	0	1	7	1	1	1	0	1	1	3	4	3	1	5	5	0	2	3	2	3	4	4	4	4	4	4	
34													0	0	2	2	3	0	3	3	2	3	4	4	4	4	4	
35D	1	1	1		2	2	1	0	1	1		0	0	2	2	3	0	3	3	2	4	4	4	4	4	3	3	
35-I	1	1	1		1	1	1	0	1	1		0	0	2	2	3	0	3	3	2	4	4	4	4	4	3	3	
36																												
37D																												
37-I																												
38D																												
38-I																												
39D	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
39-I	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
40D																												
40-I																												
41D																									8			



# **INDICE**

10.1.	INTRODUCCIÓN
10.2.	OBJETIVOS
10. 3.	METODO
10.3.1.	PLANILLA DE TRABAJO
10.3.2.	INTRUCCIONES
10.4.	DETERMINACION DE LA MATRIZ DE RODESICIÓN
	BIBLIOGRAFÍA

## **BIBLIOGRAFIA**

- Benz, Leibig Roll. Gestalten der Schbedingunden am Arbeitsplatz, Verlag TÜV Rheinland (1981)**
- Benz, Gross, Haubner. Gestalten von Bildschirm-Arbeitsplatz, Verlag TUV Rheinland (1981)**
- Berger,Jernner. Arbeitsplaz-gestaltung und Körpermasse. Verlag TUV Rheinland (1986)**
- Dupuis, H. Gestaltung von Schleppern und landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen Verlag TUV Rheinland-Köll (1981)**
- Grandjean E.: Physiologische Arbeitsgestaltung. Ecomed (1991).**
- Fundación REFA de Argentina: REFA, "Módulo 1", Tema 4 (Ergonomía), (1988).**
- Prof. Dr. Med. Hettinger, Theodor. Schwre Lasten-leicht gehoben. Bayerisches Staatsministeriun für Arbeit, Familie und Sozialordnug. München( 1991)**
- Prof. Dr. Med. Hettinger, Theodor. Handhabung von Lasten. Carl Hanser Verlag, München( 1991)**
- Institut für angewandie Arbeitswissenschaft e. V., Köln N° 75 (junio 1978)**
- IfaA (Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V., Köln)**
- Lange, W. Kleine Ergonomische Datensammlung**
- Lehmann, G. Fisiología práctica del trabajo. Ed. Aguilar, Madrid 1960**
- Prof. Dr. Ing. Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. Beuth Verlag. Gmbh. Berlin - Köln (1992)**
- Kellerman, F.; van Wely, P.; Willems, P. Manual de Ergonomía Biblioteca Técnica Philips, Buenos Aires (1963)**
- Dr. Ing. Johannes Henrichner und Dr. Ing. Eckart Baum. Ergonomi für Konstrukteure und Arbeitsgestalter Carl Hanse Verlang, München (1990)**
- Dr. Ing. Kroemer, K. H. E., Was man von Schaltern, Kurbeln und Pedalen wissen muss, Beuth-Vertrieb GMBH Berlin 30 Köln - Frankfurt am Main (1967)**
- Prof. Dr. Rer. Nat. Dr. Med. Helmunt Krueger, Prof. Dr. Med. Wolf Müller Limmroth. Arbeiten mit den Bildschirmaber richtig. Bayerisches Staatministeriun für Arbeit und Sozialordnug.**
- Landan, K.: A. Unswirkunger der Mikroelectronik aus Arbeituswissenschaftlichet Sicht. In REFA Naachrichten, (1980)**
- Lange, W. Kleine Ergonomische Datensammlung. Verlag TÜV Rheinland**
- Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. REFA. Beuth Verlag GmbH. Berlin-Köln (1992)**
- McCormick, E. J.: "Elementos de Ergonomía". Editorial Gustavo Gil, Barcelona, (1980)**
- McCormick, E. J. Ergonomía Ed. Gustavo Gil, Barcelona, (1980)**



- McCormick, E. J. Human Factors in Engineering and Design. Ed. Gustavo Gil, Barcelona, (1980)**
- Lic. Melo, J. L. Apuntes de Estadística y Costos Industriales ASIMRA Buenos Aires (1988)**
- Lic. Melo, J. L. Ergonomía desde el punto de vista de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Morón (Argentina) (2000)**
- Lic. Melo, J. L. Ergonomía Aplicada a Video terminales Buenos Aires (1999)**
- Mondelo, P. Gregori, E. Y Barrau, P. Ergonomía (tomos 1, 2, 3 y 4) Ediciones UPC-Mutua Universal. Barcelona, 2º Edición. 1995**
- Murray, R; Spiegel, Ph. D. Estadística Mc Graw-Hill México**
- Prof. Dr. Med. Müller, Wolf-Limmroth bearbeitet von Dr. Rinhard Schug. Arbeit un Stress. . Bayerisches Staatministeriun für Arbeit und Sozialordnug. Münche (1990)**
- NIOSH. Ecuaciones para el diseño y evaluación de las tareas de levantamiento manuales USA 1991.**
- Rivas, Roque Ricardo, Ergonomía Aplicada Editorial Dunken Buenos Aires (2000)**
- Rohmert, W. Grundlagen der technischen Arbeitsgestaltung (1981)**
- Schnauber Zerlitt. Beanspruchungs-messmethoden Verlag TÜV Rheinland. Köln (1984)**
- Schmisdke, H. : "Ergonomie Prufung", Carl Hanser Verlag, München-Vien (1989)**  
**Schmisdke, H. : "Lehrbuch der Ergonomie 3", Carl Hanser Verlag, München-Vien (1993)**
- Schultetus, W Montagegestaltung. Verlag TÜV Rheinland-Dortmund/Darmstadt im 1987**
- Seymour Lipschutz, Ph. D. Probability, Mc Graw-Hill, Mexico**
- Priv. Doz. Dr. Ing. Habil. Helmut Strasser, Prof. Dr. Med. Wolf Müller- Limmroth. Ergonomie an der Kesse-aber wie? . Bayerisches Staatministeriun für Arbeit und Sozialordnug. Münche (1983)**
- Universidad de Surrey, Applied Ergonomics Handbook. IPC Science and Technology Press, Ltd. England, 1977**
- Universidad de Surrey, Niveles límites de fuerza para trabajos manuales APA. San Sebastián. 1981.**

## 11.1. Introducción

Antes de iniciar un estudio ergonómico es conveniente tener una imagen real del estado de salud de los trabajadores el servicio médico es la primera instancia a consultar y la segunda es hacer una investigación bipolar para concretar la imagen de la situación. Pero también es importante saber los resultados después de haber realizado el estudio y haber implementado las mejoras sugeridas, para ello se debe hacer un estudio bipolar equivalente al realizado al inicio de la labor

## 11.2. Estudio bipolar

Como se mencionó antes del inicio de un trabajo ergonómico y luego de seis meses de implementado las mejoras como ser un sistema de rotación como el presentado en el Capítulo 10 (la rotación según la matriz resultante), se debe hacer un estudio de la eficacia alcanzada, más allá de lo que pueda establecer el servicio médico como estadística. Para ello se utiliza una planilla en la cual se relevan las situaciones individuales de las personas involucradas a través de un chequeo bipolar

A continuación se presenta un formulario bipolar donde se va a indicando según las instrucciones en diferentes ítems el estado general de las personas encuestadas, en él se deberá gradar el estado de “0” a “9” según tres variables:

- **Grado de disconformidad**
- **Frecuencia de aparición**
- **Evolución en la jornada**

En cada uno de los 26 ítems indicados, el resultado será analizado entre los especialistas fundamentalmente el médico quienes deducirán la bondad de los resultados es decir la disminución o eliminación de las dolencias previas a las modificaciones efectuadas.

De necesitarlo se puede hacer un chequeo usando el mismo cuestionario antes de iniciar los estudios y luego después de implementar las mejoras, para comparar las variaciones pudiendo de esta forma decidir si los cambios son beneficiosos para los trabajadores.

Por otro lado, este cuestionario analizado con detenimiento puede dar las pautas de estar ante la presencia de antecedentes que indique el desarrollo de una dolencia lo que permite tomar medidas correctivas en forma de prevención.

También da las pautas de mejoras y seguimientos, por último, nos puede demostrar la presencia de un “simulador” cuando lo indicado no tiene lógica o consistencia médica

## Cuestionario Bipolar

Planta;		Sector:				
Tarea:		Puesto e trabajo:				
			Grado de disconfort	Frecuencia de aparición	Evolución durante la jornada	
	<b>Estado general</b>					
	1	Descansado				
	2	Concentración				
	3	Estado de nervios				
	4	Presión laboral				
	5	Productividad				
	<b>Cabeza</b>					
	6	Dolor				
	<b>Ojos</b>					
	7	Visión				
	<b>Cuello – columna cervical</b>					
	8	Malestar				
	<b>Hombros</b>					
	9	Malestar				
	<b>Espalda</b>					
	10	Malestar en la zona dorsal				
	11	Malestar en la zona lumbar				
	12	Nalgas				
	<b>Miembros superiores</b>					
13	Brazos					
14	Codos					
15	Antebrazos					
<b>Miembros inferiores</b>						
16	Muslos					
17	Rodillas					
18	Piernas					
19	Tobillos					
20	Pies					

## Cuestionario Bipolar

Planta;		Sector:			
Tarea:		Puesto e trabajo:			
			Grado de disconfort	Frecuencia de aparición	Evolución durante la jornada
	<b>Manos</b>				
	<b>Dedos</b>				
	21	Medios			

	22	Externos			
	23	Pulgar			
		Palma			
	24	Parte media-interna			
	25	Externa			
		Muñeca			
	26	Dolor			
		Otros			
	27				
	28				
29					
30					



**VERDE**

- Cuando el grado de discomfort es 0 o 1
- Cuando el grado de discomfort es 2 o 3 y la frecuencia de aparición es 0 a 2



**AMARILLO**

- Cuando el grado de discomfort es 2 o 3
- Cuando el grado de discomfort es 0 a 3 y la frecuencia de aparición es 0 a 2



**ROJO**

- Cuando supera los casos de amarillo

**Instucciones:**

Debe colocar de 0 a 9 el valor del discomfort por molestias o dolor en las distintas partes del cuerpo,

- 0 a 1 es ausencia
- 2 a 3 son pequeñas molestias
- 4 a 5 Molestias marcadas
- 6 a 7 Malestar severo en esa parte del cuerpo
- 8 a 9 Dolor insoportable

Con respecto a la aparición del disconfort se debe indicar cada cuanto surge de la siguiente forma:

- 0- Es ausencia de molestias
- 1- La molestia aparece rara vez.
- 2- La molestia aparece cada 15 día
- 3- La molestia aparece una vez a la semana
- 4- La molestia aparece dos veces a la semana
- 5- La molestia aparece tres veces a la semana
- 6- La molestia aparece cuatro veces a la semana
- 7- La molestia aparece todos los días
- 8- La molestia aparece más de una vez al día
- 9- El malestar es continuo todo el día

Para indicar la evolución del disconfort se debe colocar de 0 a 9 el valor según la siguiente escala:

- 0 a 1 Indica la ausencia de disconfort
- 2 Comienza de apoco como un cosquilleo
- 3 Comienza adormeciéndose y luego molesta
- 4 Comienza con una molestia que crece hasta comenzar a doler
- 5 Crece el malestar a medida que pasa el tiempo
- 6 a 7 Se mantiene casi constante en intensidad
- 8 a 9 Dolor insoportable permanente

## BIBLIOGRAFIA

Dupont, (Dr. Santoro, Nicolás), *Distintos sistemas de evaluación* Berazategui 2002

Melo, José Luis. *Prevención de Riesgos Ergonómicos*, Ed. La Caja ART Buenos Aires 2005

Proderg "Ergonomía Avanzado Especial" Brasil 2000

## INDICE

- 11.1 INTRODUCCIÓN
- 11.2. *ESTUDIO BIPOLAR*  
*BIBLIOGRAFÍA*

## CONFORMACIÓN ERGONÓMICA DEL PUESTO DE TRABAJO

---

### 12.1. Introducción

REFA define como "*Conformación del trabajo es la creación de una acción conjunta óptima, plenamente adecuada a la tarea, entre trabajadores, medios de elaboración y objetos a elaborar, mediante una organización adecuada de Sistemas laborales y teniendo en cuenta la capacidad de rendimiento teórico y las necesidades humanas. La conformación del trabajo consiste, en particular, en el desarrollo o mejoramiento de la tecnología, los métodos y las condiciones de trabajo, puestos de, maquinaria, herramientas, medios auxiliares, así como en lograr un diseño de los objetos a elaborar adecuado al proceso*".

El objetivo de la conformación del trabajo es:

- 1) Incrementar la rentabilidad del establecimiento o respectivamente el rendimiento de Sistemas laborales, lo que implica producir grandes cantidades con buena calidad a bajo costo.
- 2) Humanizar el trabajo (según lo que se viene exponiendo).

- Según lo establecido por la ley 19.587/72 y su decreto reglamentario 351/79, la Resolución MTESS N° 295/03 y leyes normas, circulares, reglamentaciones, etc. posteriores a la misma, además de las Normas locales (IRAM) e internacionales vigentes, reconociendo todos los conocimientos científico-laborales del ámbito de la conformación humana del trabajo.

El objetivo de la conformación del trabajo es el de mejorar el *sistema* laboral. Por tal razón se habla también de *conformación de sistemas*. Los sistemas laborales pueden ser, según se estudió en el punto 4.1.3. de muchos tamaños y complejidad, en el caso de un puesto de trabajo individual, se habla de *conformación del puesto de trabajo*; en el caso de varios los puestos de trabajo interrelacionados, se habla de *conformación del proceso laboral*, cuando se trata de conformar sectores completos de la empresa se suele hablar de *organización del proceso*, o también de conformación de la producción. La conformación del trabajo en el sentido más estricto aquí aplicado está referida también estrechamente a la *racionalización* y también al *análisis de valores*.

#### 12.1.1. Ámbito de aplicación de la conformación del trabajo

Según menciona REFA en su libro de Estudio del Trabajo de 1981 el objetivo de la conformación de sistemas laborales es producir económicamente, y bajo condiciones humanas aceptables, (más allá de los límites legales establecidos) productos, informaciones y servicios, que puede alcanzar los distintos sectores dentro de la empresa, tales como, por ejemplo, de construcción, transporte, depósito o en la fabricación, en selecciones de distintos tamaños (de sistemas) comenzando por la conformación de los elementos de control de un equipo hasta llegar a la racionalización del proceso de producción en todo el establecimiento.

Hay tres elementos fundamentales de aplicación de la conformación del trabajo, los que trataremos más adelante con mayor profundidad:

- 1) Conformación de operaciones de trabajo, puestos de trabajo y medios de elaboración, por ejemplo, según la cantidad producida, calidad, erogaciones, solicitud y seguridad laboral.
- 2) Conformación del proceso del trabajo entre varios puestos de trabajo, por ejemplo, de acuerdo a los distintos criterios del tiempo de recorrido del material, empleo de los medios de elaboración
- 3) Diseño del producto, p. ej. de acuerdo a los criterios de la función, fabricación, forma, etc.

La conformación del trabajo no se limita únicamente a la producción material en el establecimiento, sino también puede ser aplicada a la prestación de servicios, que puede consistir en la producción de informaciones (por ejemplo, completar formularios), en el mantenimiento (por ejemplo, de equipos) o en la distribución de productos (por ejemplo comercialización).

Para la conformación del trabajo, es necesario poseer un determinado nivel de conocimientos, y experiencias en diferentes temas, pertenecientes, por ejemplo, a:

#### Ergonomía

- Técnicas de la fabricación
- Diseño
- Técnicas de flujo de materiales (transporte)
- Costos industriales
- Higiene y Seguridad en el Trabajo

De hecho, lo anterior implica tener que realizar trabajos en equipo, exigiendo los servicios de especialistas en estudios del trabajo, con una buena formación o bien los servicios de un *equipo de trabajo* formado por varios especialistas.

El especialista en estudios del trabajo puede realizar sus labores de acuerdo a su capacidad y experiencia, como miembro integrante de un grupo o, si está acostumbrado a razonar sistemáticamente, puede dirigirlo. Los equipos que han sido creados para dedicarse a grandes tareas de racionalización.

La necesidad de dedicar a una tal diversidad de tareas de conformación muestra la gran importancia de que se proceda *metódicamente* en la búsqueda de soluciones, esto es considerando y reflexionando según pasos consecutivos obtenidos de la experiencia.

### 12.1.2. Metodología

REFA establece que en la conformación del trabajo existen entre otras las siguientes metodologías:

#### 1) De investigación (analítica):

El especialista organizador del trabajo busca reunir los datos (por ejemplo, tiempos y sus magnitudes condicionantes, cantidades, costos) y los analiza para obtener así nuevas conclusiones. Analiza sistemáticamente el proceso del trabajo a conformar y analiza los factores influyentes para reconocer nuevos nexos causales.

#### 2) De conformación (sintética):

El especialista, organizador del trabajo, parte de conocimientos generales y de experiencias, los que aplica para obtener de una solución a su problema. Sus interrogantes y su tarea no son, en primer lugar, el análisis de los causales, es decir que consisten en lograr un puente de unión entre los distintos elementos del sistema a conformar, con la ayuda de su fantasía creadora.

Las metodologías anteriores se alternan mutuamente en la solución de una tarea de conformación: anteriores En el procedimiento de la conformación puede ser necesario aclarar, mediante un análisis, cuestiones referentes, como ser, la tecnología o a los métodos de trabajo.

Como lo indica la palabra conformación, el *punto principal de la conformación del trabajo* no consiste en el análisis, sino en la *síntesis*, o sea, en la tarea propiamente dicha de conformar. Por ello se puede decir que la conformación del trabajo tiene orientación objetiva y no causal.

### 12.1.3. Cualidades exigidas al especialista

La conformación del trabajo es, como se dijo, necesita en primera instancia, un trabajo netamente creativo, que obligue primariamente a la *fantasía*, es decir, de movilidad y libertad de pensamientos, que facilite al especialista del estudio del trabajo a abstraerse de sistemas rígidos y **hallar** nuevas ideas, nuevas posibilidades y nuevos caminos. En esto puede interferir en forma negativa la *experiencia* obtenida en una especialidad determinada, esto significa, una costumbre del pensamiento. Se conoce la "ceguera industrial", que impide al especialista ya acostumbrado una empresa a reconocer deficiencias en su propio establecimiento, o siquiera imaginarse un proceso del trabajo distinto. Los progresos en todos los sectores de la racionalización se obtienen cuando el especialista logra librarse intelectualmente, lo más posible, del estado real.



La buena conformación del trabajo obliga a un *perfeccionismo*, el que no se conforma con lo existente, el que, por principio, duda de que el estado actual sea la solución óptima. El especialista debe ser una persona sumamente inquieta.

La fantasía y el perfeccionismo solos no son de gran utilidad cuando no están unidos a *conocimientos*. Incluso la persona con iniciativas, creativa, puede desarrollar y concretar su inventiva si puede recurrir a conocimientos especializados propios y de terceros, como "materia prima propia

#### 12.1.4. Tarea continua

Con respecto a un determinado producto, una tecnología en particular o, un determinado sistema laboral, la conformación del trabajo no es una operación única, sino una tarea continua. En la actualidad las exigencias del mercado, los materiales, medios de elaboración y las tecnologías que envejecen rápidamente, por lo que los sistemas laborales, deben, por lo tanto, ser examinados en forma continua, aún cuando los resultados del momento lleguen a ser aceptables. Por otro lado, la conformación del trabajo sólo suele ser rentable cuando la producción presenta una cierta continuidad; la racionalización obliga en cierto grado a una continuidad de las condiciones.

Se hace necesario conformar el trabajo en tres etapas "curriculares" distintas de los sistemas laborales:

- 1) para el *diseño* de un sistema nuevo, (no existente)
- 2) para el *desarrollo* de un sistema ya existente, pero, que todavía no funciona en forma satisfactoria
- 3) para la *mejora* de un sistema que funciona deficientemente

### 12.2. Racionalización técnico laboral

Hasta ahora hablamos siempre de conformación del puesto de trabajo, la realidad es que en esto se mueven dos conceptos similares, el de conformación y el de reconformación.

**Se denomina conformación al conjunto de tareas que tienen la finalidad de diseñar un puesto de trabajo (procedimiento, proceso, etc.).**

**En cambio, se entiende como reconformación al conjunto de tareas que tienen la finalidad de mejorar un puesto de trabajo (procedimiento, proceso, etc.) existente, que no cumple con las necesidades y se desea optimizar.**

Nota:

Como reconformación de un puesto de trabajo también se entenderá la acción de corregir los errores de concepto que ellos poseen desde su implementación en la planta o empresa (reproyectar, rediseñar, reconstruir, etc.).

A los efectos de practicidad y para poder hablar con más soltura en el texto en adelante denominaremos como "*conformación*" a secas, en forma indistinta si es una conformación propiamente dicha o es una reconformación lisa y llana, (según el criterio de aplicación de lo antes expuesto).

Nota:

También se tendrá en cuenta que se denomina conformación de un puesto de trabajo a la acción de dar forma (crear, diseñar, proyectar, construir, armar, etc.)

La conformación de puestos de trabajo y de procesos vinculados a estos forma parte de uno de los puntos principales de la actividad que realiza un metodista (organizador del trabajo), esta tarea también se suele llamar racionalización técnico laboral, habiendo un interés especial en la conformación de sistemas laborales estacionarios, individuales.

Los principios laborales existentes para realizar una acción conjunta del hombre y el medio de elaboración en conjunto con el objeto de trabajo, dejándose sin tomar en cuenta las medidas de racionalización que llegan más allá del puesto de trabajo individual, o sobre los principios de la conformación del proceso entre varios puestos de trabajo.

De acuerdo con la estructura del sistema laboral, descrita en el capítulo 4. Punto 2.3., en ella se incluyen como componentes, la tarea laboral, el proceso de trabajo y las condiciones de trabajo, las cuales, al variar, hacen diferenciar básicamente los siguientes aspectos de la conformación de los puestos de trabajo (ver figura 12.1)

Aspectos esenciales  
De la conformación

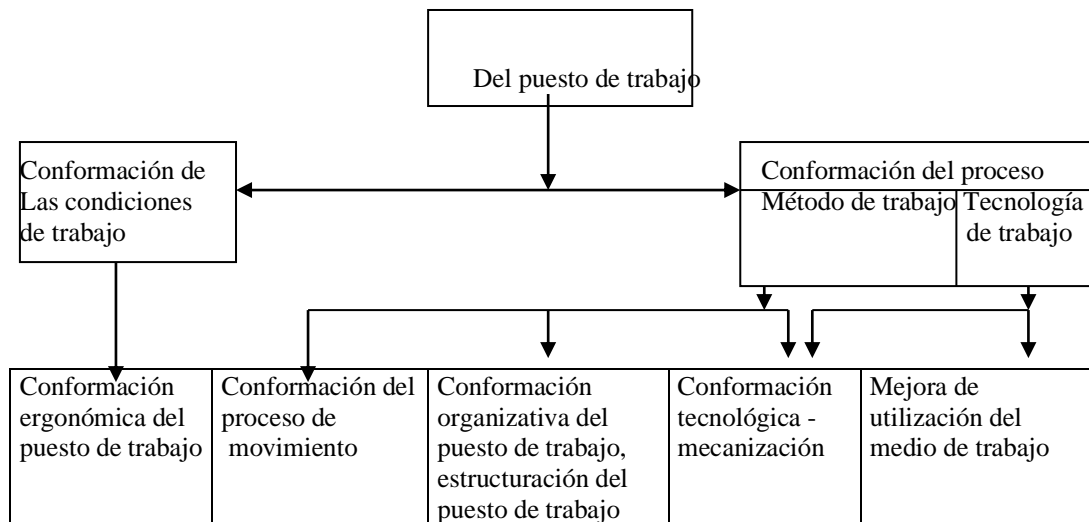


Figura 12.1. Aspectos esenciales de la conformación del puesto de trabajo (Según REFA 1981)

Según REFA, tradicionalmente los aspectos esenciales dentro del marco del estudio del trabajo son:

- a) La conformación ergonómica del puesto de trabajo y
- b) La conformación del proceso de movimiento (ver c)  
Debido al continuo desarrollo técnico que llega hasta la automatización, el estudio del trabajo también debe dedicarse cada vez más a:
- c) La conformación organizativa del puesto de trabajo, la estructuración del trabajo.
- d) La conformación tecnológica y mecanización, así como
- e) La utilización de los medios de trabajo.

Los aspectos de rentabilidad y aspectos humanos se encuentran considerados cuando se ha conformado un puesto de trabajo que garantice:

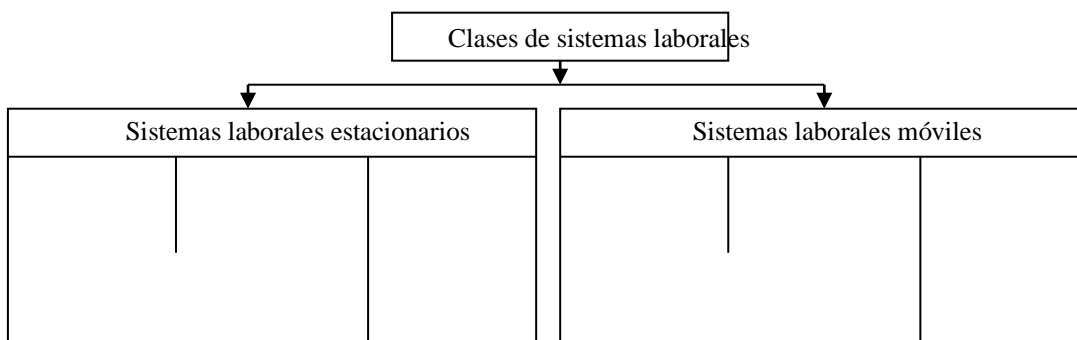
- a) Una elevada producción cuantitativa (reduciendo los tiempos de trabajo por unidad elaborada)
- b) Una calidad suficiente o mejor a la especificada en los requerimientos.
- c) Reducción de los costos (ya sea por tiempo de mecanizado, por reducción de tiempo de mano de obra, por reducción de pérdida de materia prima, o merma de material defectuoso)
- d) Una sollicitación razonable del hombre (trabajador)
- e) Cumplimiento como mínimo con la Seguridad Industrial señalada por las normas y leyes.

La conformación del producto está directamente vinculada con la conformación del puesto de trabajo, directamente desde el diseño de este y el desarrollo de los productos acordes con los materiales y el montaje. Sobre este particular se efectuarán las explicaciones con detalles más adelante.

### 15.3. Clases de puestos de trabajo

Antes de entrar a considerar en forma detallada los aspectos más importantes de la conformación de los puestos de trabajo, debemos establecer una clasificación para diferenciarlos según se trate de puestos móviles o no, (según el hombre, el medio de elaboración y el objeto a elaborar), y si el trabajo es en equipo o no. Dado que **las clases de puestos de trabajo caracterizan la movilidad mutua de los elementos de sistemas laborales y su movilidad para con el medio ambiente.**

Las clases de puestos de trabajo se resumen en la figura 15.2., y en la figura 15.3. se presentan ejemplos de cada clase.



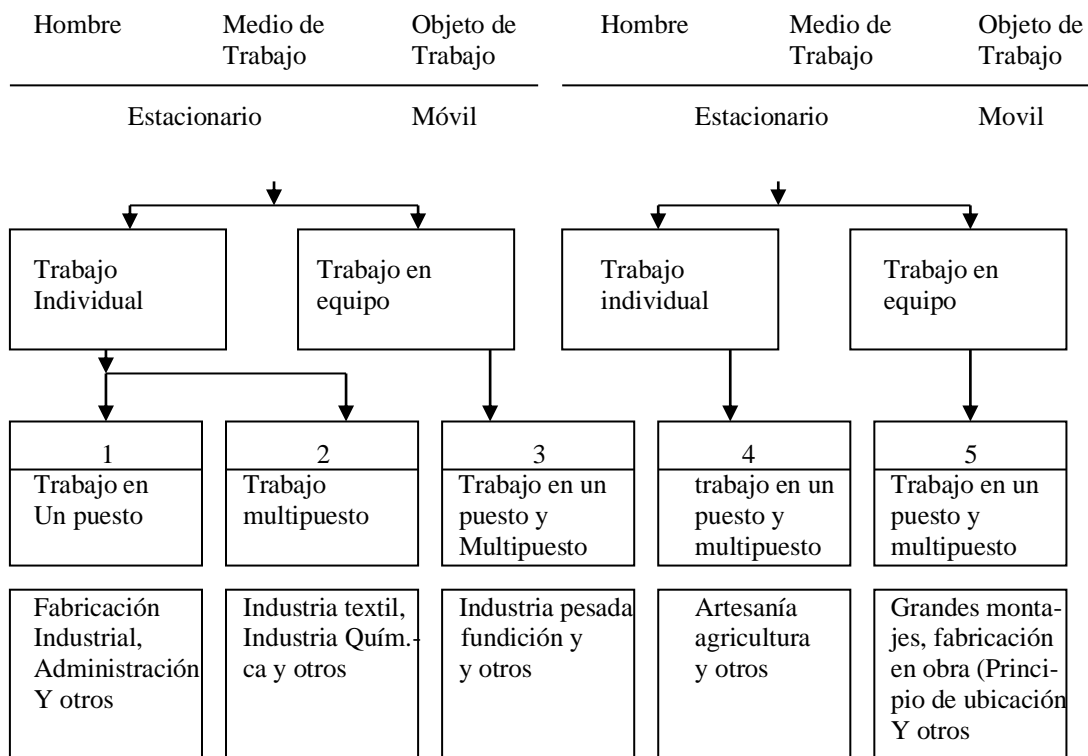
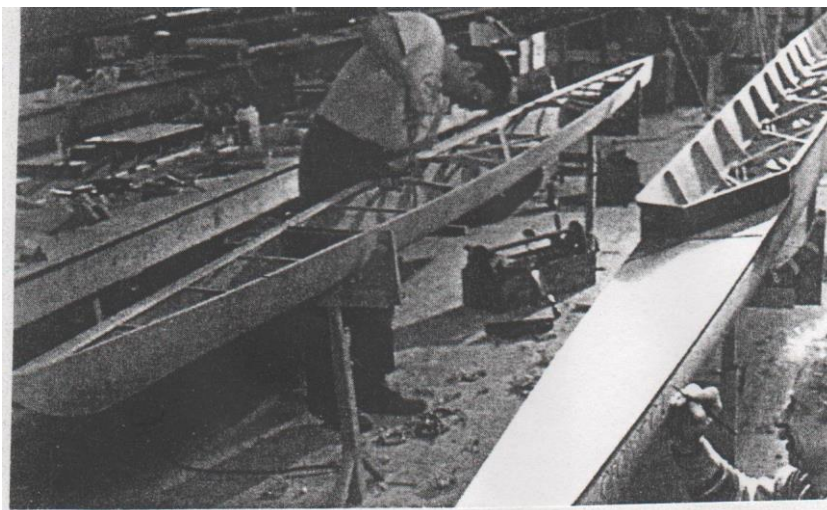


Figura 12.2. Clases de puestos de trabajo (REFA 1981)



Sistema laboral estacionario, estacionario, trabajo individual en un puesto de trabajo de carpintero naval



Sistema laboral móvil, trabajo individual; limpieza en un curso de agua

Figura 12.3 Ejemplos de clases de puestos de trabajo



Sistema laboral estacionario, estacionario, trabajo en equipo; puesto en una línea de montaje





Sistema laboral móvil, trabajo individual ; limpieza de retoños sobre el suelo



Sistema laboral estacionario, estacionario, trabajo en equipo; puesto en una línea de montaje

Figura 12.3 Ejemplos de clases de puestos de trabajo



Sistema laboral móvil, trabajo individual; limpieza por absorción de pisos



Sistema laboral móvil, trabajo en equipo; tendido de gasoducto

Figura 12.3 Ejemplos de clases de puestos de trabajo

Según el número de personas y medios de elaboración que actúen conjuntamente en un sistema laboral, se distingue entre trabajo individual, trabajo en equipo y trabajo simultáneo múltiple:

	Una persona	Varias personas
Un medio de elaboración	Trabajo individual de un puesto	Trabajo en equipo de un puesto de trabajo
Varios medios de elaboración (uno o varios puestos)	Trabajo individual de varios puestos	Trabajo en equipo de varios puestos

Figura 15.4. Relación entre la cantidad de personas y de medios de elaboración en un puesto de trabajo

**Se define como trabajo individual a aquel en que la tarea laboral de un sistema de trabajo es realizada por una persona.**

El trabajo individual constituye el caso normal, que por lo general no suele ser designado como tal en forma expresa

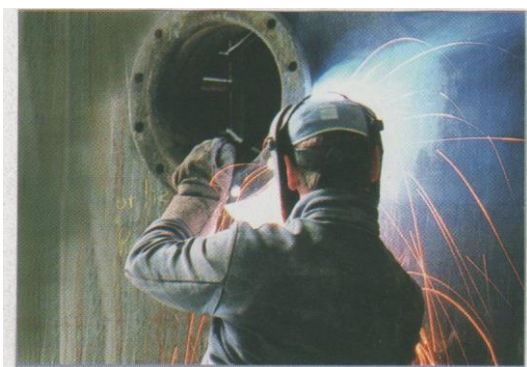


Figura 12.5. Ejemplo de trabajo individual

**Se define como trabajo en equipo la tarea laboral de un sistema de trabajo que se realiza totalmente o en parte por dos o más personas.**

Trabajo en equipo en sentido estricto existe siempre que en una o más fases de proceso cooperan simultáneamente varias personas en un mismo objeto a elaborar.

Ejemplo de ello son los transportes a mano de mercaderías pesadas, el manejo por dos hombres de una máquina de moldear, trabajos de reparación efectuados por varias personas que trabajen mano a mano, etc.

**Se define como trabajo simultáneo múltiple a la tarea laboral que se efectúa en un sistema laboral con la utilización de varios medios de elaboración al mismo tiempo o de varios puestos de un medio de elaboración, pudiendo ocurrir ello por medio de una persona, (en el caso de trabajo en equipo, por varias personas).**



Figura 15.6. Trabajo en equipo (trabajo bajo tensión)

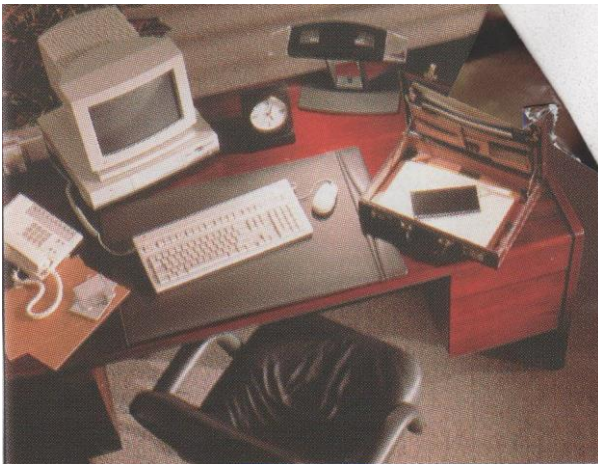


Figura 15.7 Trabajo simultáneo múltiple en un puesto de oficina, (atención de teléfono, manejo de PC, realización de control de formularios)

El trabajo simultáneo múltiple es designado también como manejo múltiple de máquinas, manejo múltiple de equipos.

Podemos sumar como ejemplo de ello la operación de varias máquinas tejedoras o hiladoras con el mismo programa de fabricación o con un programa distinto, por medio de una o varias personas, o la vigilancia de una máquina papelera de cierto tamaño, una batería de presas de vulcanización automática de cubiertas de auto, etc.

Un sistema de trabajo se denomina múltiple cuando se encuentra encuadrado dentro de:

- a) Consiste en varios medios de elaboración separados entre sí, o
- b) En una instalación industrial de cierto tamaño, dotada de varios puestos de servicio o de trabajo que pueden ser puestos individualmente fuera de funcionamiento (por ejemplo, una planta química)





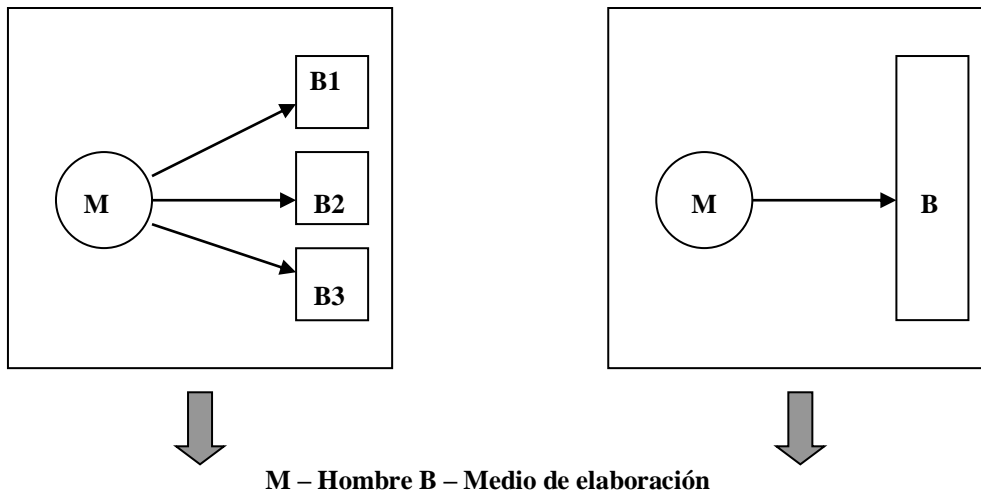


Figura 15.8. Trabajo simultaneo múltiple

Un sistema definido como trabajo en un puesto u otro como trabajo multipuesto, pueden diferenciarse asimismo entre sistemas laborales estacionarios y móviles.

Los sistemas laborales estacionarios se caracterizan porque el hombre y los medios de trabajo desempeñan su tarea laboral en un puesto fijo, y porque la entrada llega al sistema laboral, y la salida se retira del mismo.

Son ejemplo de esto los puestos de trabajo de montaje y con máquinas.

Los sistemas laborales móviles se caracterizan por el hecho de que el hombre y los medios de trabajo siguen o acompañan al objeto de trabajo.

En este caso la mayoría de los ejemplos de los trabajos son exteriores en la artesanía, la agricultura y la fabricación en obra.

También pertenecen a los puestos de trabajo móviles todos aquellos puestos a bordo de vehículos, en los cuales el objeto de trabajo se desplaza junto con el hombre y medio de trabajo.



Figura 12.9 Sistema móvil, trabajo en el agro puntear

## 12. 4. Conformación ergonómica del puesto de trabajo

Para analizar ergonómicamente un puesto de trabajo habrá que verlo desde bajo muchos puntos de vista, tantos como elementos diferentes se pueda encontrar en el amplio espectro de la investigación y análisis ergonómico.

Consideramos que los objetivos iniciales del estudio son los planteados en la siguiente enumeración, la cuál tiene en cuenta los principios de humanización y rentabilidad.

- Mejorar las condiciones ambientales
- Eliminar las causas de accidentes
- Reducir esfuerzos
- Evitar la monotonía
- Incentivar la responsabilidad individual



- Permitir la generación de asensos (carrera de superación)
- Enriquecimiento de la tarea laboral
- Etc.

A su vez como fundamento orientado hacia el beneficio económico, se pretende:

- Disminuir costos
- Mejorar la calidad
- Aumentar la productividad
- Reducir las fallas o errores del trabajo
- Dar elementos que posibiliten la generación de la polivalencia y la especialización
- Etc.

Considerando que existen dos tipos de ergonomías, la de concepción y la de corrección. **Por diseño de puestos de trabajo Entendiendo por ergonomía de concepción a aquella que incorpora sus conceptos al diseño de puestos de trabajo** (nuevos) - ((lo que antes llamamos conformación propiamente dicha). **Por ergonomía de concepción se entiende a aquella mediante la cual se corrigen falencias en un puesto de trabajo existente y en producción** (lo que antes llamamos reconfiguración de un puesto de trabajo)

Para llevar a cabo lo antedicho nos abocaremos a llevar a cabo el planteo de la figura 12.10 donde observaremos que para trabajar se debe recurrir a varias especialidades y técnicas.

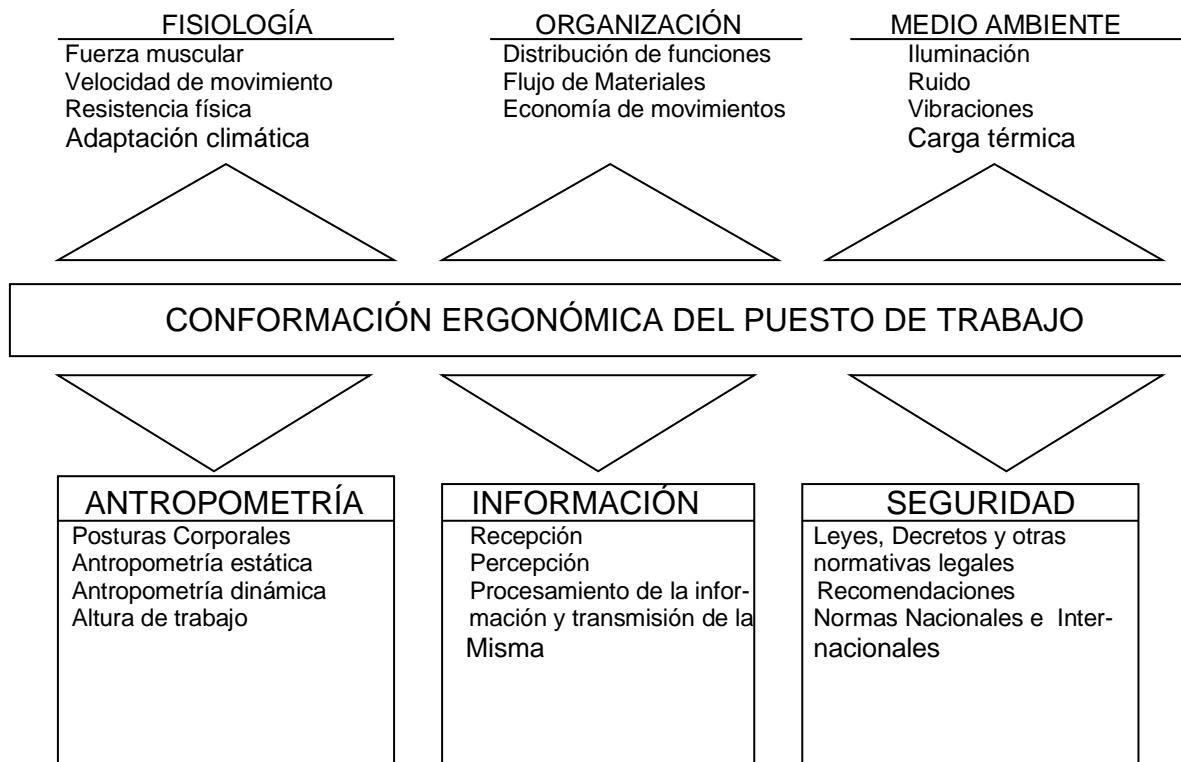


Figura 12.10. Conformación ergonómica del puesto de trabajo

Según Dupuis lo más importante a tener en cuenta en la conformación ergonómica del puesto de trabajo es la adaptación del trabajo al hombre, que es lo mismo que afirma REFA. Aquí surge la idea de las diferentes áreas específicas de la conformación de puestos de trabajo, de donde podemos mencionar los siguientes ámbitos de conformación de puestos de trabajo (ver figura 12.11)

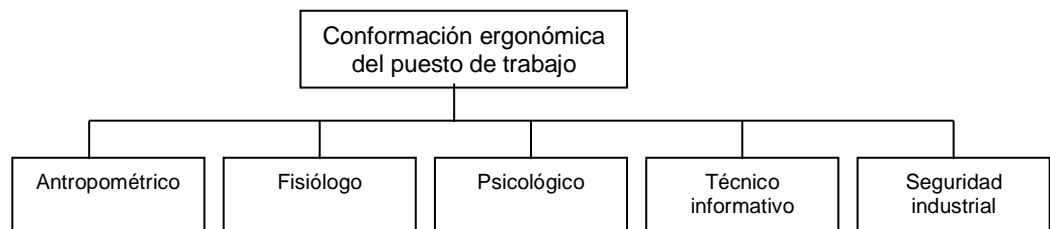


Figura 12.11. Áreas específicas de la conformación de puestos de trabajo (REFA 1981)

**EL HOMBRE COMO CENTRO**

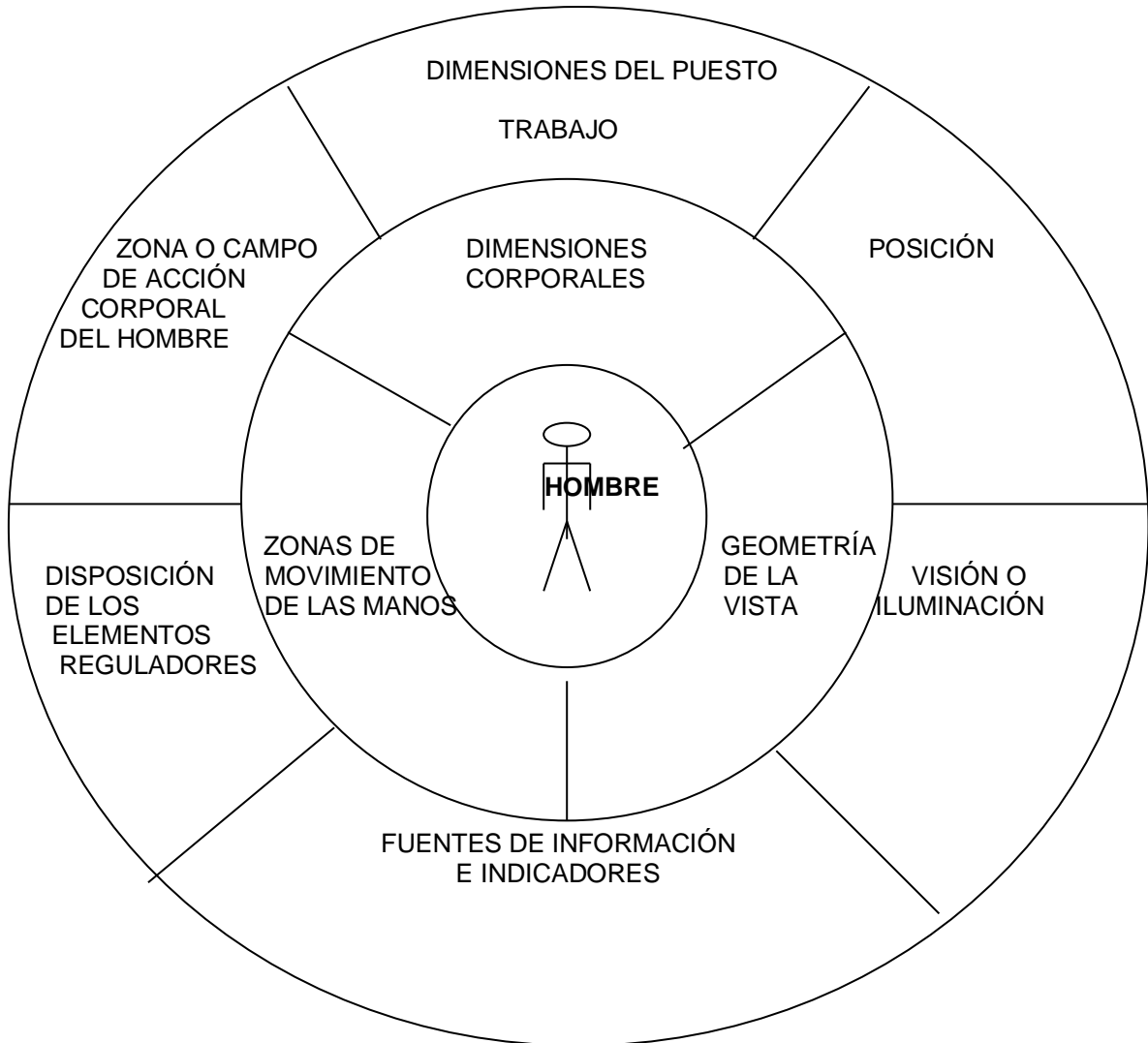


Figura 12.12. Magnitudes de influencia importante en la interrelación hombre/máquina

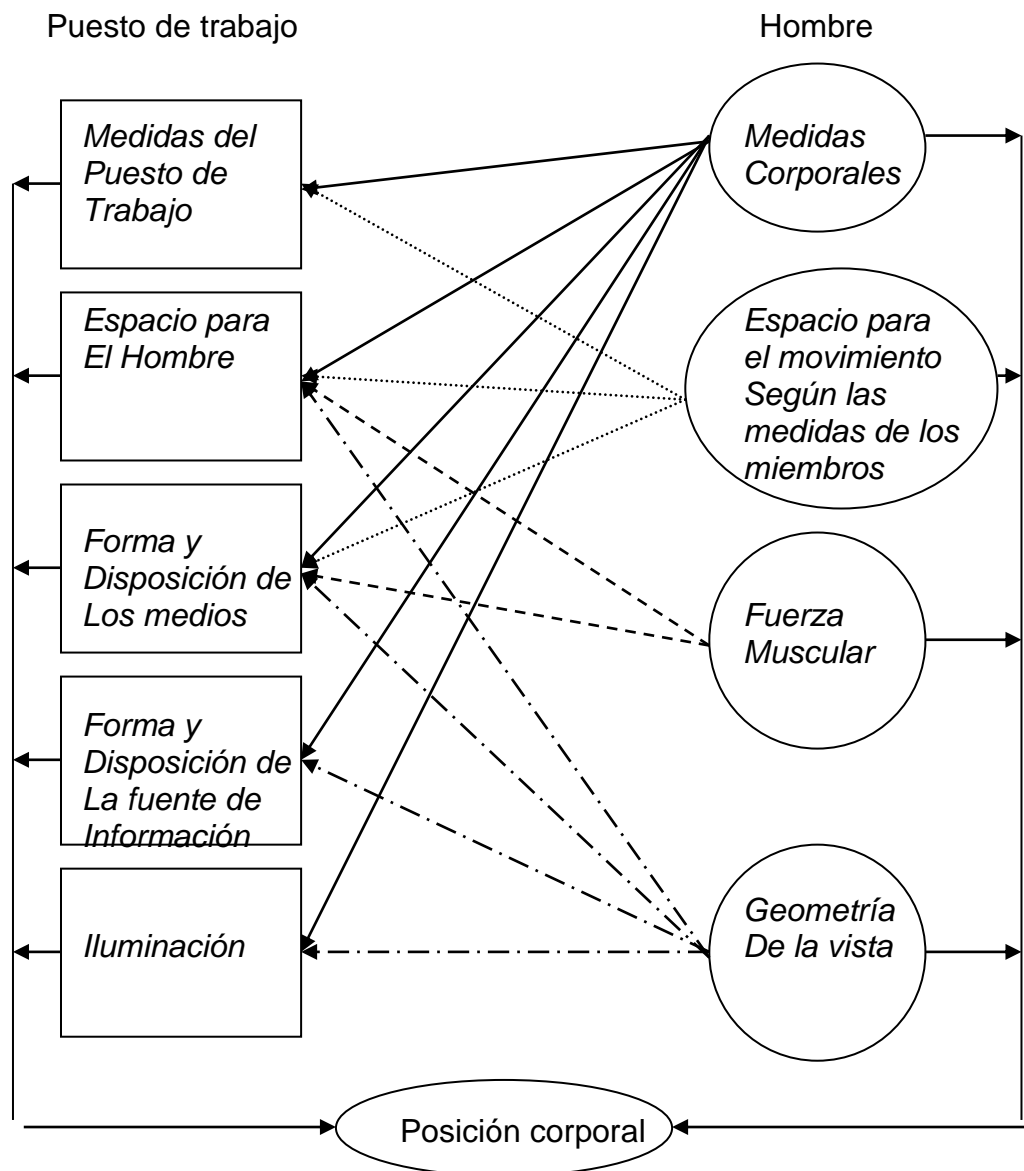


Figura 12.13. La posición corporal como resultado del recorrido de la fuerza individual, las cualidades del hombre y su puesto de trabajo.

#### 12.4.1. El hombre como centro

En el primero tomaremos al hombre como centro y a partir de él planteamos los elementos antropométricos a considerar:

- Sus dimensiones;
- Su geometría de vista y
- Sus zonas de movimientos y alcances.

Partiendo de los mencionados tres elementos se considera:

- Las dimensiones del puesto de trabajo;
- La posición corporal

- El tema de la iluminación y la vista;
- Las fuentes de información e indicaciones;
- La disposición de elementos de control y
- Los campos de acción del hombre.

En el segundo de los últimos elementos considerados se toma la posición corporal como consecuencia del recorrido de las fuerzas individuales

### 12.4.2. Medidas del cuerpo humano

Para la adaptación del puesto al hombre se requiere, ante todo, la consideración de las medidas del cuerpo humano, para el dimensionamiento de los puestos de trabajo. En el listado de control que se da a continuación se pretende resumir una serie de recomendaciones técnicas y los aspectos esenciales a tener en cuenta en la conformación antropométrica de puestos de trabajo

#### Listado de control para la conformación antropométrica de puestos de trabajo:

- ¿Se puede alternar entre trabajo de pie y sentado para evitar las solicitaciones unilaterales?
- ¿Se ha tenido en cuenta una suficiente libertad de movimientos de las piernas, considerando:
  - El espacio destinado a las rodillas y
  - El espacio para los pies?.
- ¿Abarca la superficie de movimiento en el puesto de trabajo al menos 1,5 m<sup>2</sup>?  
¿Tiene alguna parte un ancho menor a 1 m?
- ¿Se estableció la altura de trabajo dependiente del puesto de trabajo, (trabajo de pie, trabajo sentado, o trabajo de pie/sentado es decir en alternancia), considerando:
  - Distancia ojo-objeto de trabajo (distancia visual)
  - Requerimientos de espacio para la libertad de movimiento de los brazos.
- ¿Fueron adoptadas las medidas externas (por ejemplo área de alcance) a las medidas del usuario más pequeño, y las medidas internas para el usuario más grande?
- ¿Se consideran los siguientes criterios en la selección de sillas de trabajo?
  - Estabilidad, (según normas IRAM)
  - Existe la posibilidad de regular la altura (según normas DIN , o ISO)
  - Posee amortiguación vertical (según norma DIN)
  - ¿Qué forma, tamaño y regulación tiene el respaldo?
- ¿En trabajos de alta precisión, se pueden reducir el trabajo de sostenimiento mediante apoyabrazos?
  - ¿En trabajos de precisión sentado o de pie/sentado, es necesario un apoyo pies que tenga en cuenta:
    - una superficie de apoyo lo suficientemente grande como para que brinde comodidad
    - Posee una inclinación adecuada (de 5 a 10°)
    - La superficie es antideslizante
    - ¿Está fijo al asiento de la silla o es parte de un artefacto separado de esta?
- ¿Hay sillas de trabajo o elementos auxiliares para sentarse, para evitar estar parado innecesariamente?
- ¿Está cómoda la silla de trabajo, está correcta con respecto a:
  - La altura del asiento o de trabajo.

- La superficie del asiento
  - El elemento m3rbido del acolchado
  - El respaldo
  - La posibilidad del trabajo de parado (alternancia)
  - Puede hacer cambio de posici3n en el trabajo,
  - Es necesario el respaldo
  - Cual es la altura correcta del respaldo
  - Debe ir con regatones o con roletes u otro medio auxiliar de apoyo
  - Necesita apoyabrazos, uno solo los dos o ninguno
  - Etc.
- ¿Se logra a trav3s de a3n correcta disposici3n y forma de los expendedores en el 3rea de alcance fisiol3gico m3ximo:
    - un ordenamiento del puesto de trabajo
    - una utilizaci3n adecuada de la superficie disponible
    - o una indicaci3n de la secuencia cronol3gica y/o estereom3trica del trabajo?
  - ¿Hay previsi3n de dispositivos de transporte como, por ejemplo, zorras, carretillas, mesas deslizantes, cintas transportadoras, cinta de cangilones, etc.?
  - ¿Est3 correcta la altura de trabajo en lo referente a:
    - La altura propiamente dicha
    - La distancia visual a la pieza a elaborar y
    - ¿La dificultad de trabajo?
  - ¿Los recipientes expendedores son adecuados en lo referente a:
    - El 3rea de alcance 3ptimo
    - dimensiones y pesos
    - y se puede asir con sencillez las piezas depositadas en ellos?
  - ¿La forma constructiva de la m3quina y/o equipo permite un acceso c3modo para realizar las tareas de mantenimiento y reparaciones, si obligar a tomar por parte del hombre posturas indeseables?

Luego de realizar una analizar de la lista de chequeo, se procede a pasar a hacer lo mismo (analizar) a la poblaci3n que va a operar y/o trabajar en el puesto de trabajo, tomando como fundamentales, las variaciones y distribuci3n de sus medidas antropom3tricas, variaciones mencionadas en el punto 3,2 y 5.3:

- Edad,
- Sexo
- Raza
- Clase social.

Esto se debe a que la edad del individuo da otras caracter3sticas que corresponden a aspectos del envejecimiento del hombre, seg3n lo mencionado en el punto 3.4.1, como por ejemplo las caracter3sticas dadas la p3rdida de visi3n con el tiempo, necesidad de mayor iluminaci3n, modificaci3n en los movimientos caminos, etc.

El sexo da caracter3sticas tambi3n demarcadas ya en el punto 3.4.3 y en el cap3tulo 5, donde se observa en todo su contenido las diferencias de dimensiones de cada sexo.

La raza tiene variaciones antropom3tricas que no hace falta aclarar. Con respecto a la clase social se debe a un efecto socio econ3mico, donde el poder adquisitivo, la educaci3n, las costumbres y los efectos de corrientes migratorias de grupos socialmente marginados, hacen que el individuo no tenga una alimentaci3n adecuada tanto 3l como las generaciones que le anteceden. Ello hace que la persona que se encuentre en una clase social de bajos recursos llegue a ser de una contextura sensiblemente menor.



En la mencionada figura se observa claramente la diferencia entre los militares y se puede deducir que todo es como causa de distintos componentes raciales, por cuanto se llega a observar para comparar en un grupo de armas diferentes de una misma nación esto rueda por tierra. Entonces hay que encontrar una respuesta y esta se logra considerando el tema social.

Regresando al gráfico en lo referente a los grupos militares de los EE. UU. Nos encontramos con los grupos administrativos de la Fuerza Aérea, soldados de tierra, pilotos de ejército, pilotos navales y soldados de Vietnam, observamos que las alturas medidas son respectivamente 175,6 cm., 173,8 cm., 176,1 cm., 177,5 cm. Y 160,4 cm, resulta ser que los más altos son los pilotos de la armada, casualmente el origen está en las clases más altas y cultas de la sociedad americana, lo que coincide con lo antedicho, el segundo grupo son los pilotos de ejército quienes tienen un origen similar al anterior pero con menor incidencia de la clase alta, el tercer grupo está dado por los oficinistas provenientes en su mayoría de la clase media, el anteúltimo es el grupo de los soldados, provenientes de las clases bajas, inmigrantes, o gente sin recursos (sin salida laboral, por lo que presentan como voluntarios), lo que afirma nuestra tesis. Por último, el grupo de Vietnam es de hecho por razones raciales más pequeños.

Lo que se deduce de lo anterior es que las tablas antropométricas de un país son el promedio de su población, en caso de las consideraciones particulares se debe estudiar con detenimiento el caso, para poder ajustar las tablas a las necesidades de este.

Con esto se quiere decir que como en el caso de la construcción en Argentina, si se desea hacer algo para la población laboral, no se puede tomar en cuenta las tablas antropométricas generales ya que el colectivo laboral del gremio difiere mucho de esta, ya que los trabajadores en su gran mayoría son inmigrantes bolivianos, paraguayos, nortños y en menor medida chilenos, dado que los primeros son bajos y robustos hacen la se genere la mencionada desviación antropométrica.

Si en cambio se analiza la población de la industria metal mecánica vamos a ver que la diferencia con la media de la población es poca y al hacerlo en los administrativos y técnicos se presenta una gran desviación hacia la mayor altura, y se tiene que la mayoría de las personas que realizan este tipo de actividades provienen de clases más altas y preparadas que en los casos anteriores.

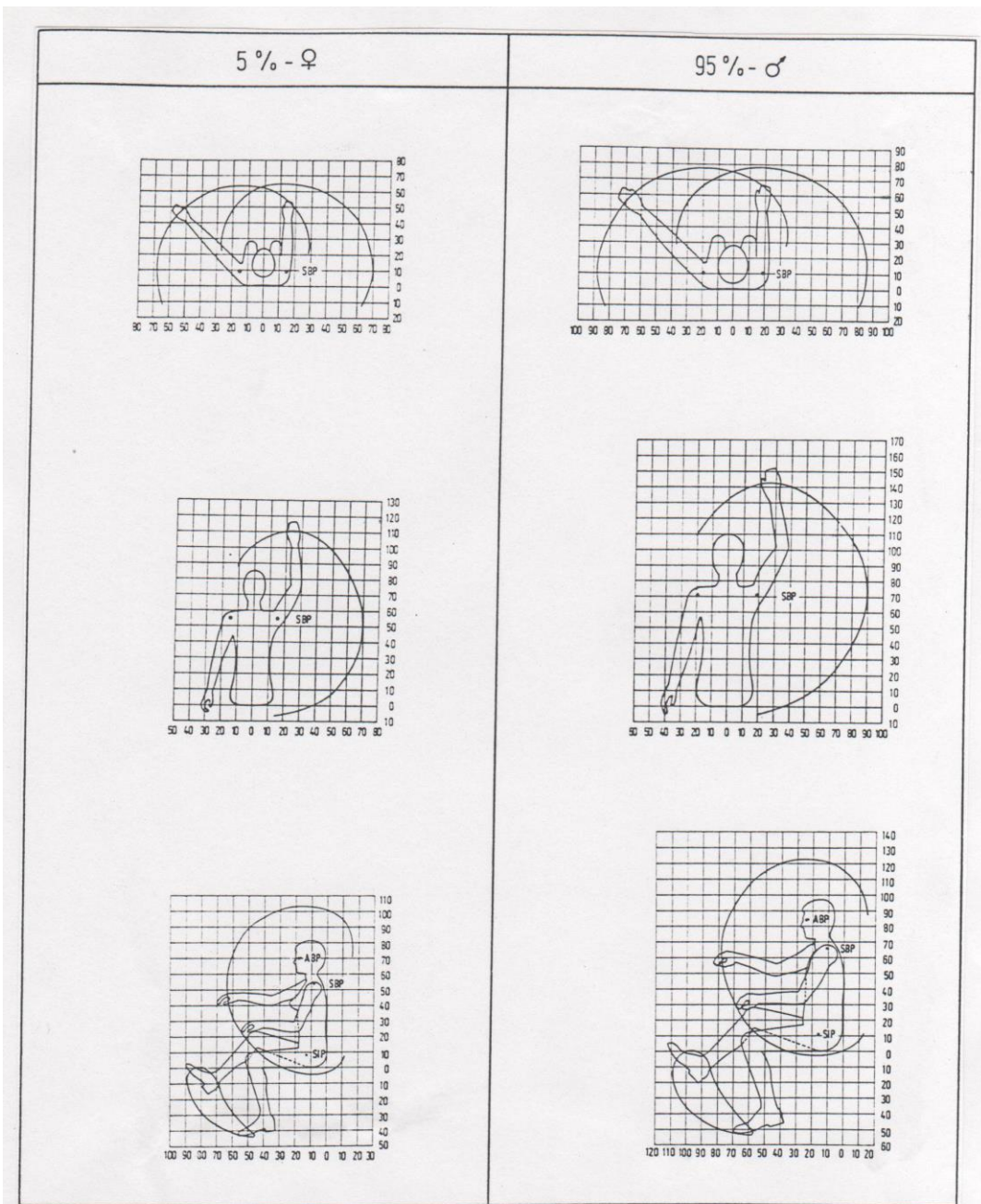
Lo anterior nos hace decir que las tablas son buena referencia, pero cada caso debe verificarse si esta se ajusta o no a la realidad, además que no se pueden transferir los datos de las dimensiones de los puestos de trabajo de una empresa a otra si no se comprueba la similitud antropométrica de ambas poblaciones laborales. Para referencia se debe ir al capítulo 5.

Con el fin de dar una herramienta de trabajo, a continuación, se dará una serie de datos en distintas formas (según varios investigadores), para que, de manera directa, o indirecta, ayuden a diseñar los puestos de trabajo, y todos los lugares donde quiera que este el hombre presente.

De ninguna manera los datos a dar van a cubrir el total de las necesidades o son todos los existentes, cada actividad, cada especialidad posee muchos en particular y además en poco tiempo son superados, lo ideal en el caso de necesitar otros datos es recurrir a las normas nacionales e internacionales.

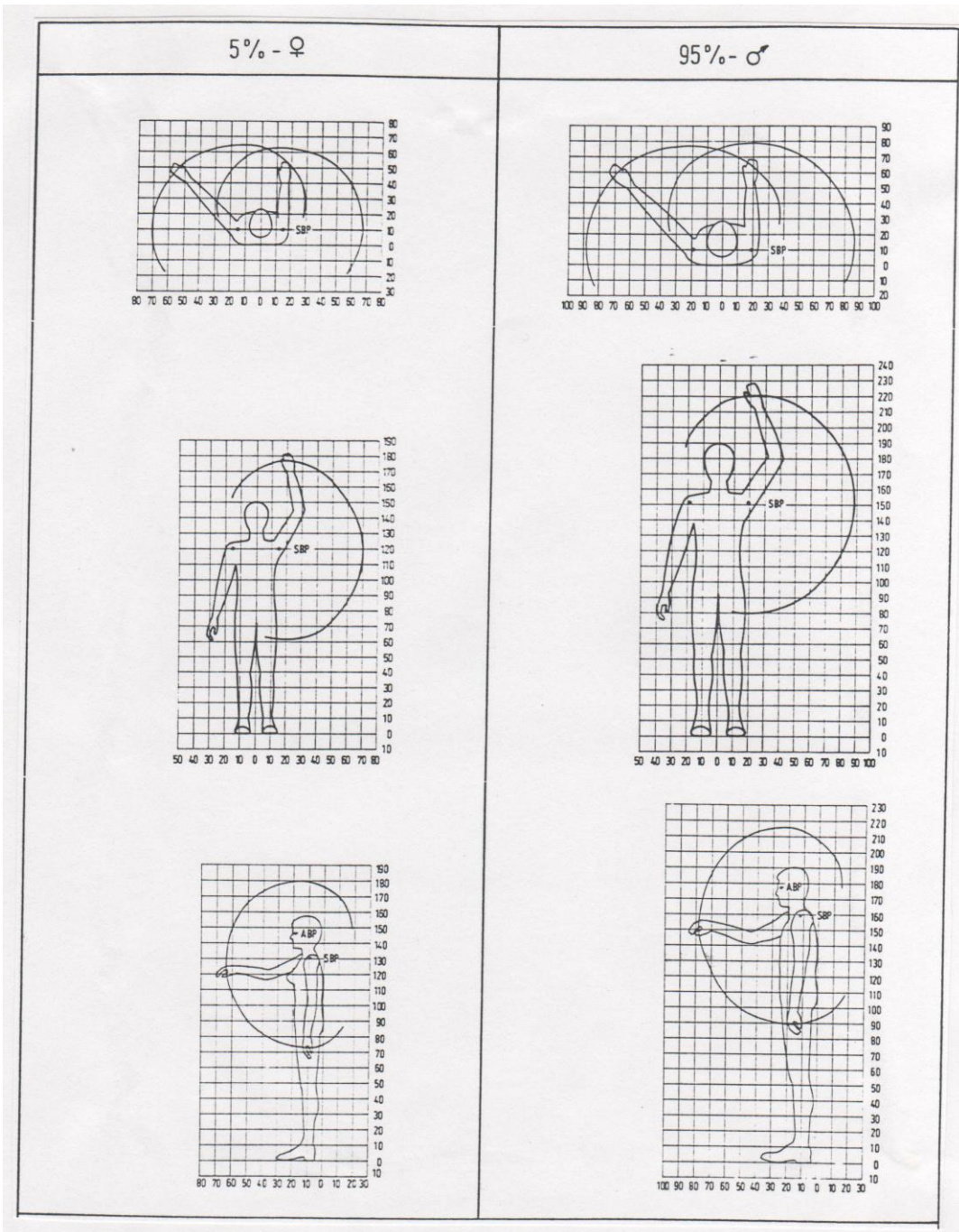
En primer lugar, se darán datos referidos a los alcances, del individuo.





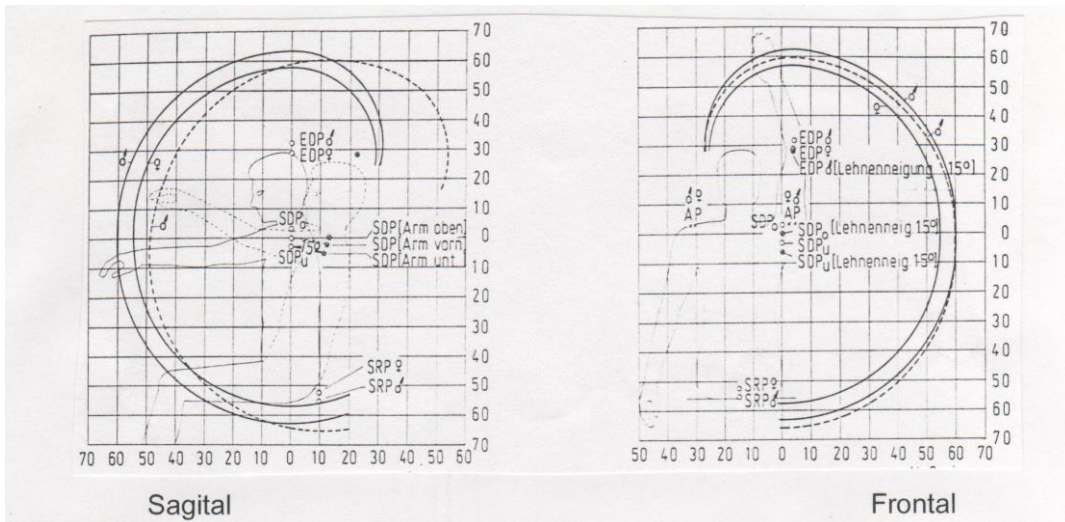
ABP punto de ubicación de los ojos  
 SBP punto de articulación de los hombros  
 SIP punto de articulación del fémur

Figura 12.15 Puntos clave y alcances en posición de sentado (Schmidke)



ABP punto de ubicación de los ojos  
 SBP punto de articulación de los hombros

Figura 12.16 Puntos clave y alcances en posición de sentado (Schmidke)



Medidas en cm.

SRP punto de referencia sentado

SDR punto de articulación del hombro

EDP punto del codo sobre la cabeza

AP punto de

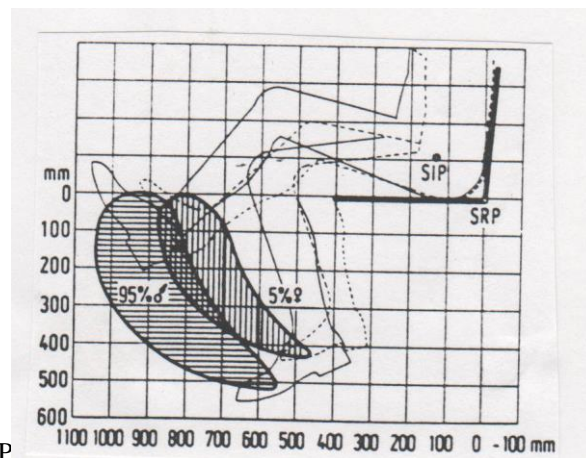
♂ 5 percentil hombre

♀ 5 percentil mujer

●, ————— en posición vertical

○, - - - - - inclinado 15° con respecto a la vertical

Figura 12.17 Puntos clave y alcances en posición de sentado (Schmidke)

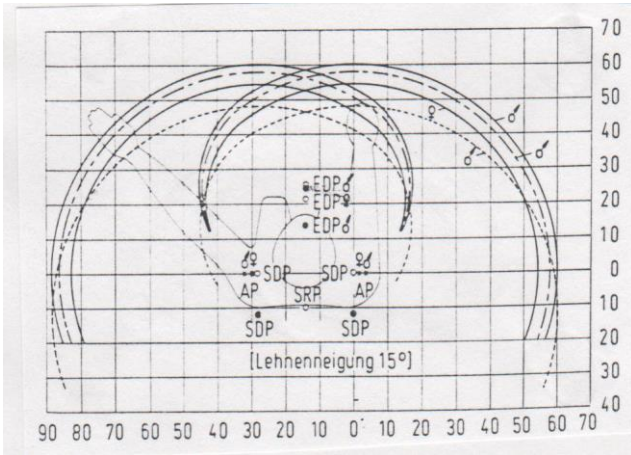


Respecto al punto SIP

Respecto al punto SRP

Figura 12.18. Zonas de acción de las extremidades inferiores para el 5 percentil (mujer) y el 95 percentil (hombre), con respecto al punto SRP (punto de referencia sentado) (Schmidke)





Planta

Medidas en cm.

SRP punto de referencia sentado

SDR punto de articulación del hombro

EDP punto del codo sobre la cabeza

AP punto de

♂ 5 percentil hombre

♀ 5 percentil mujer

●, ————— en posición vertical

○, - - - - - inclinado 15° con respecto a la vertical

Figura 12.19 Alcances en función al control de asir (aferrar) para el 5 percentil (Schmidke)

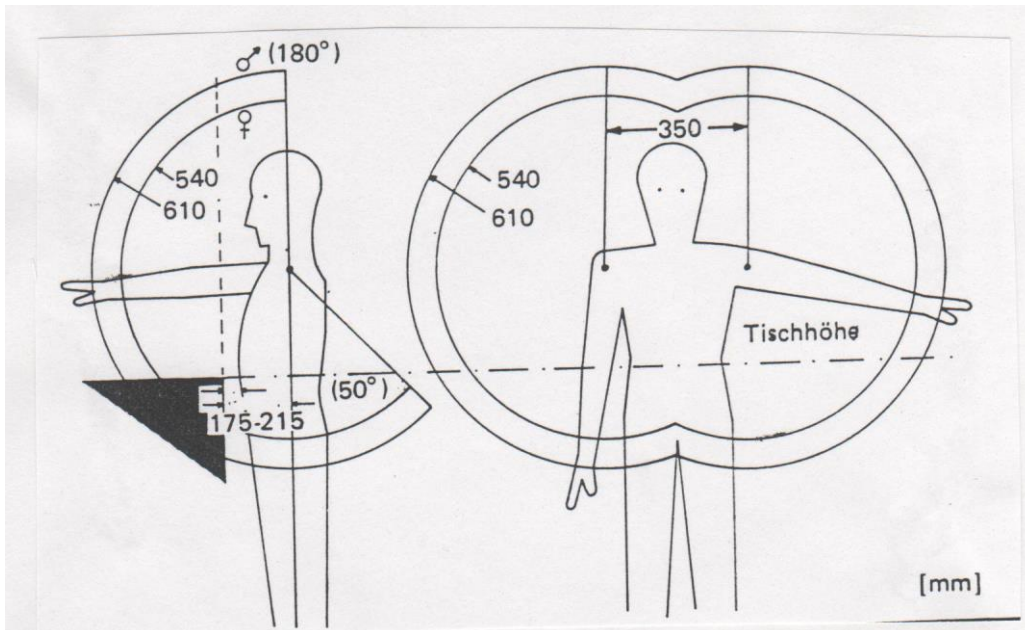


Figura 12.20 Alcances de las manos (Kirchner)

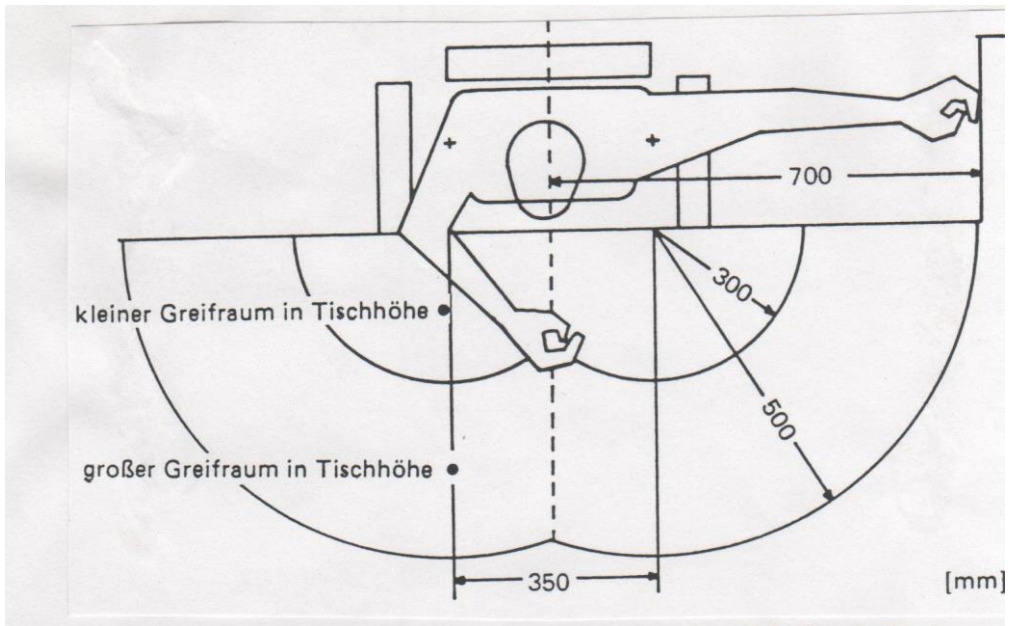


Figura 12.21 Zonas de alcances según el tipo de tarea (aferrar fino o burdo) (Ked)

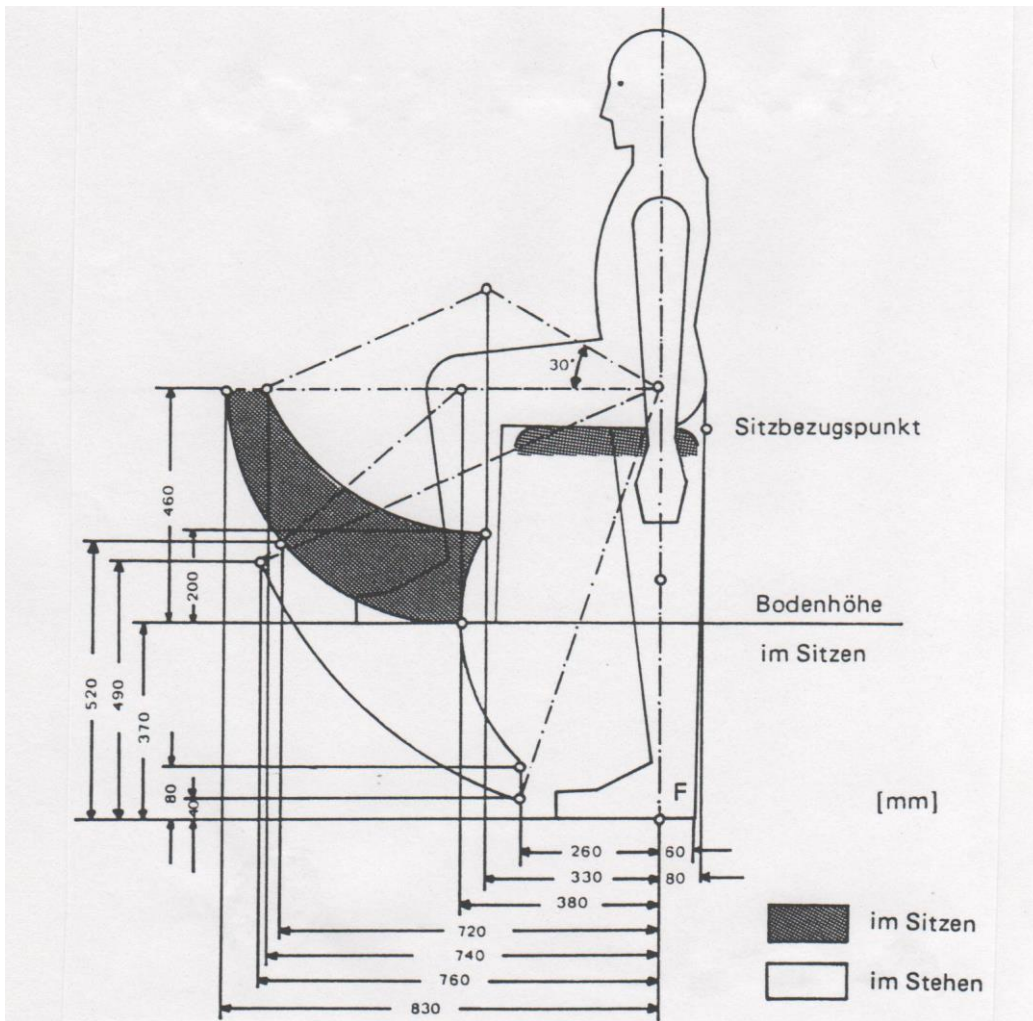


Figura 12.22 Trabajo de pie (Kirchner)





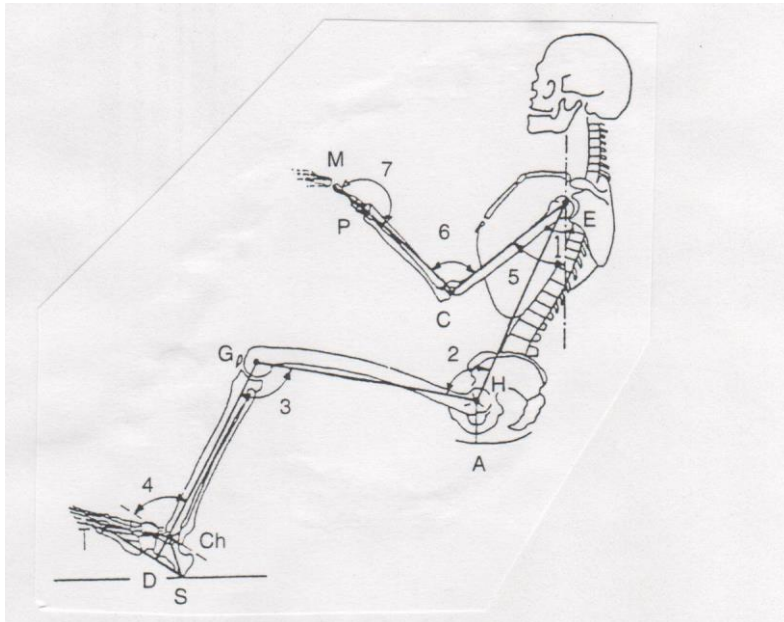


Figura 12.25. Relación entre el esqueleto y el sistema de eslabones articulados (Wisner)

Definición	Límite inferior	Límite superior
Eje tronco - vertical	10°	20°
Eje tronco – veja cadera	90°	110°
Eje cadera – eje pierna	95°	120°
Eje pierna paralelo al suelo	90°	110°
Eje brazo- vertical (flexión)	10°	35°
Eje brazo- vertical (aducción)	8°	30°
Eje brazo- eje antebrazo	80°	160°
Eje antebrazo-eje mano (flexión)	180°	190°
Eje antebrazo-eje mano (inca. lateral)	170°	190°

Figura 12. 26. Ángulos de confort (Wisner)

En lo referido a los alcances presenta el trabajo de Farley, y el de Pheasant, coincidentes con los diagramas de alcance presentados en el capítulo 5.

Del Manual MAPFRE podemos extraer como muy interesantes y útiles, los planteos de Tisserand y Saulnier, referidos a las zonas de alcances, fáciles y aceptables (fáciles punteados), ver figuras 12.27, 12.28, 12.29, y 12.30.

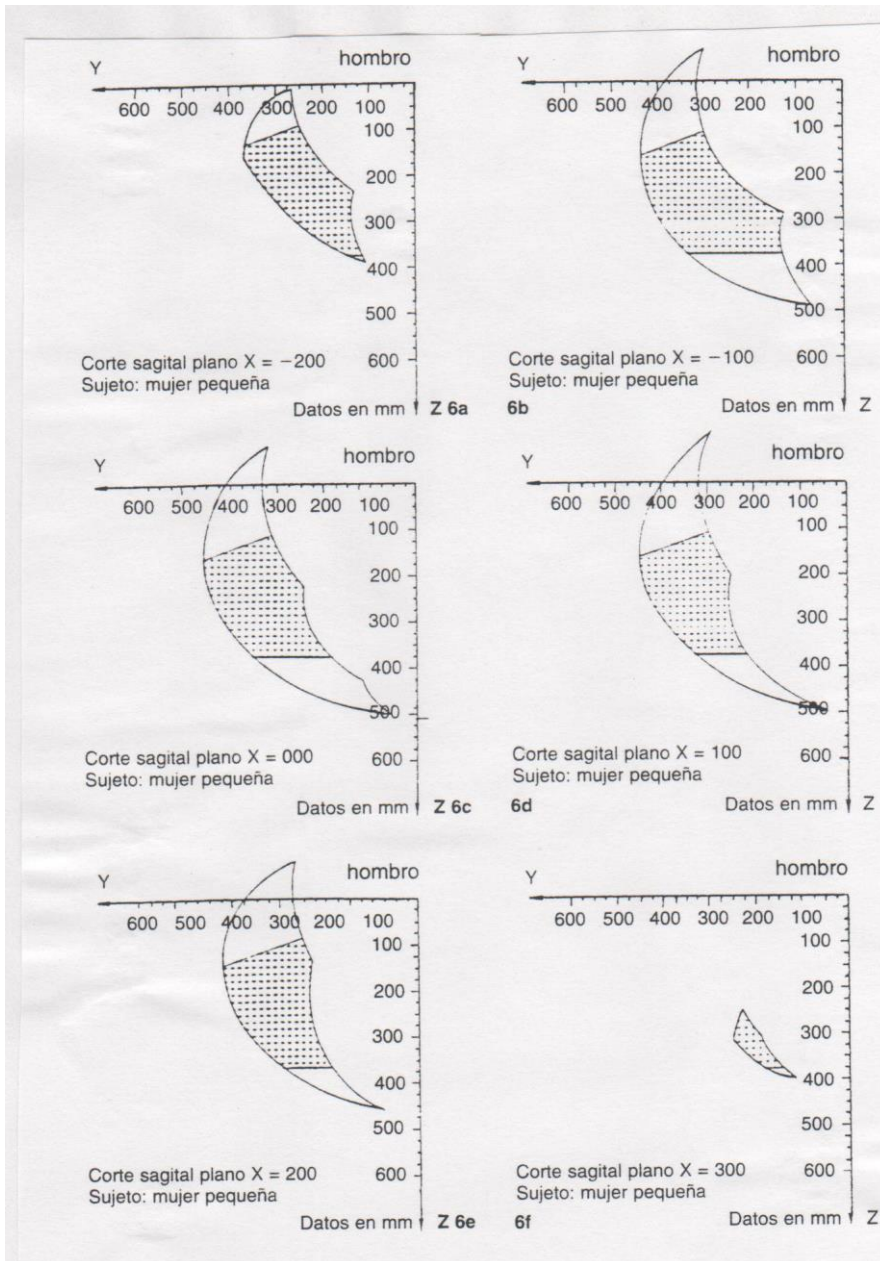


Figura 12. 27. Corte sagital del volumen funcional (mujeres de talla pequeña – 5 percentil) (MAPFRE)



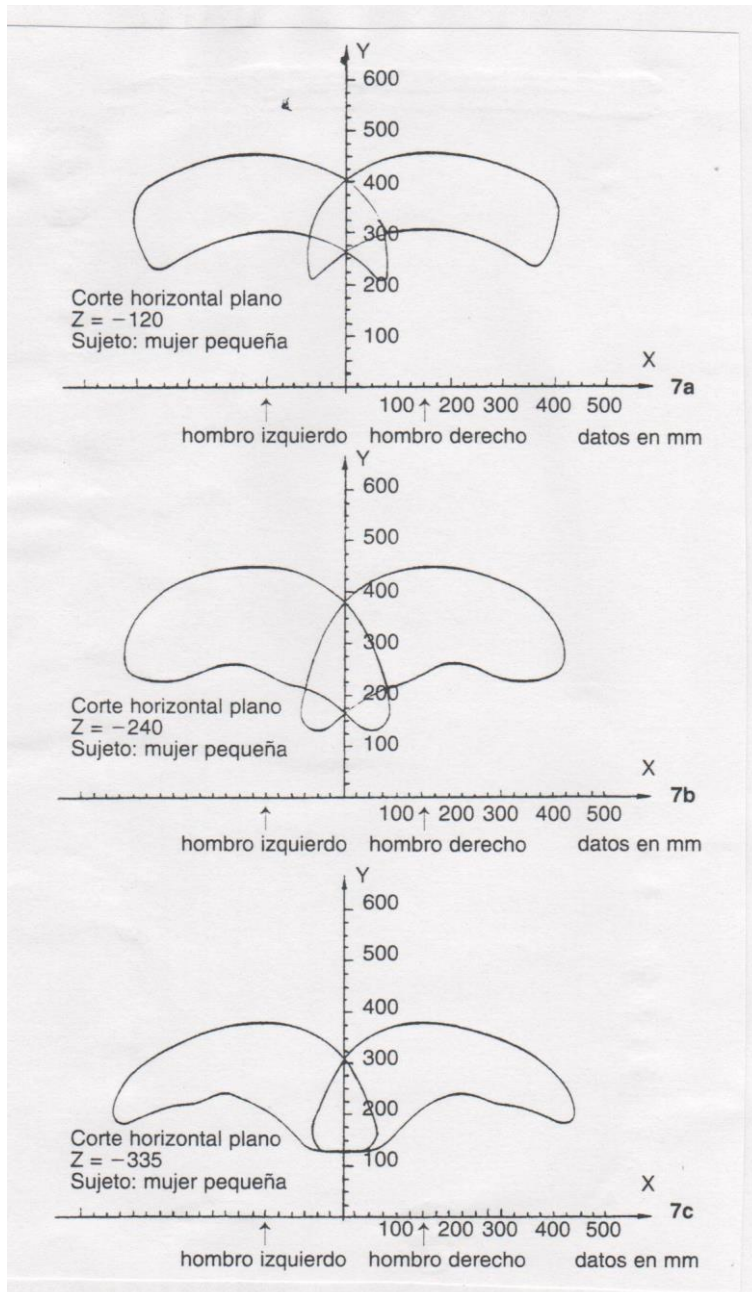


Figura 12. 28. Corte horizontal del volumen funcional (mujeres de talla pequeña – 5 percentil) (MAPFRE)

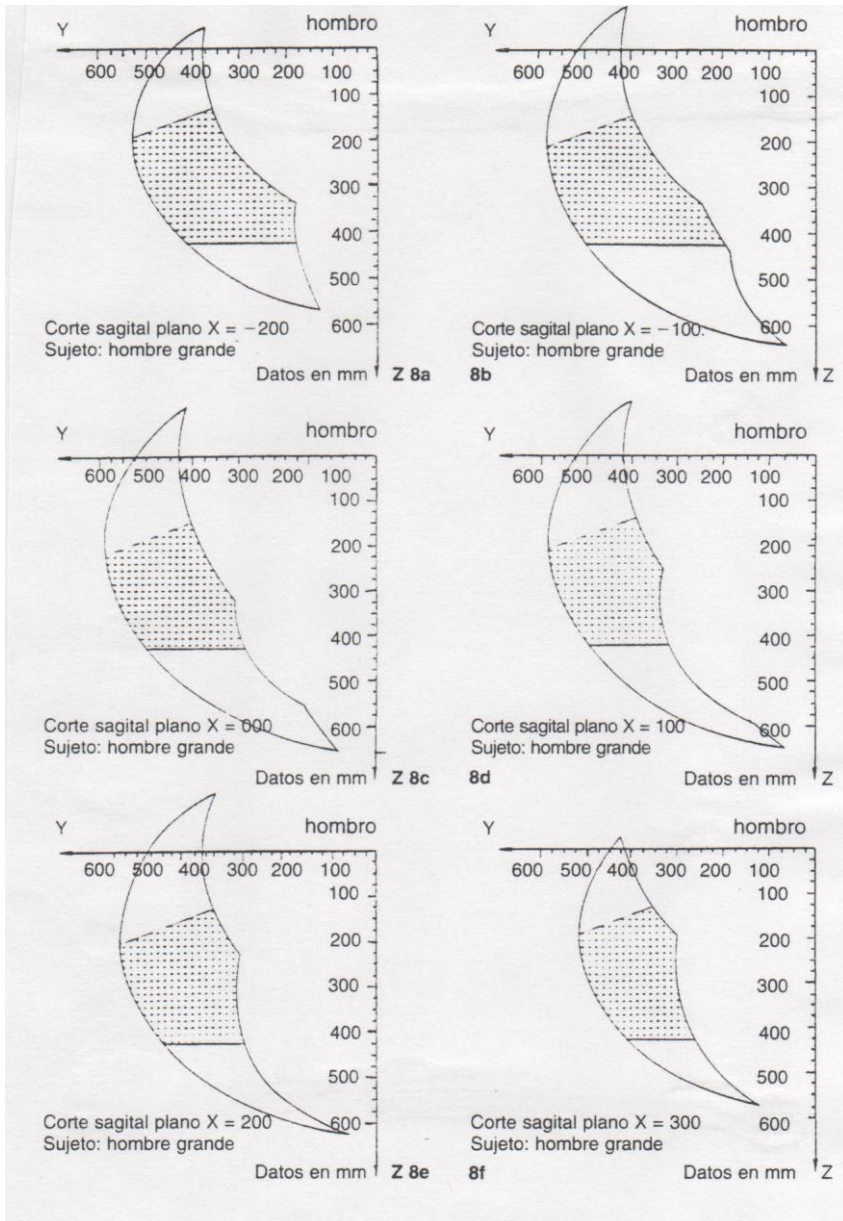


Figura 12. 29. Corte sagital del volumen funcional (hombre de gran talla pequeña – 95 percentil) (MAPFRE)

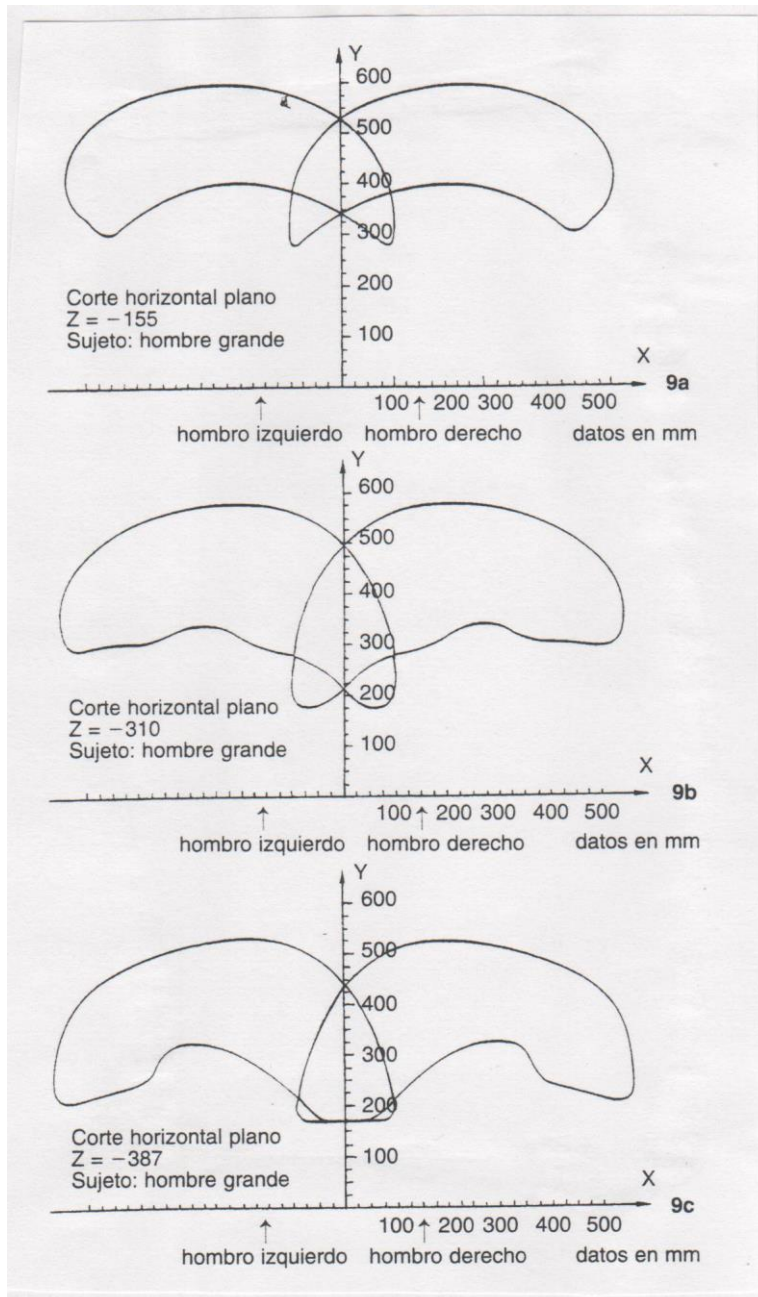
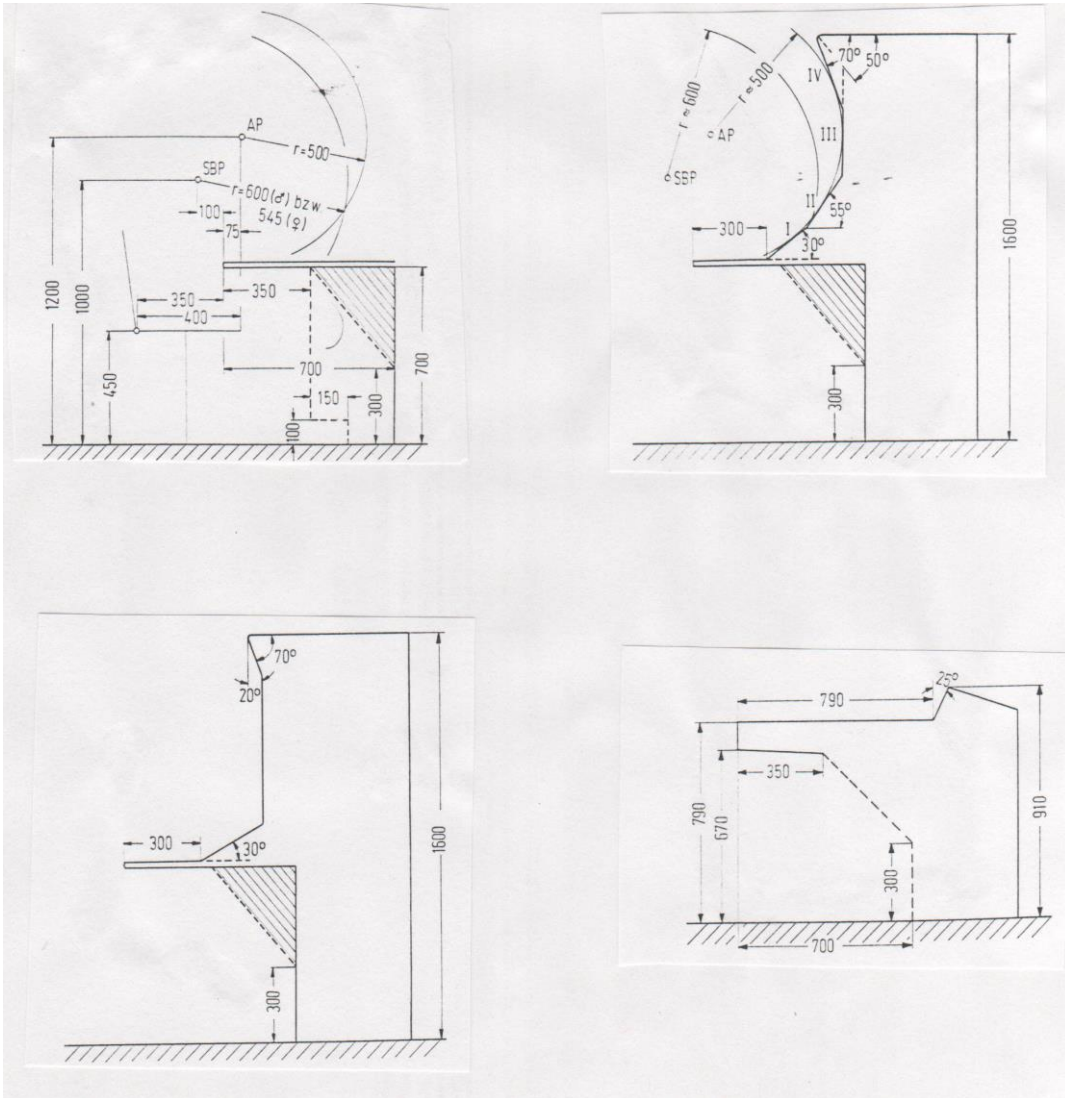


Figura 12. 30. Corte horizontal del volumen funcional (hombre de gran talla pequeña – 95 percentil) (MAPFRE)

Frente a las consideraciones a tener en cuenta en los puestos de trabajo de pie, sentado, en alternancia hay muchos trabajos de los cuales nos limitamos a unos pocos más de los ya presentados, agregando los referidos a maquinaria agrícola, de mueve tierras, todo terreno y viales.



Medidas en m.m.

SBP punto de ubicación del hombro

AP punto de ubicación de los ojos

Figura 12. 31. Diseño de escritorios, mesas, tableros, etc. según los criterios de Schmidke



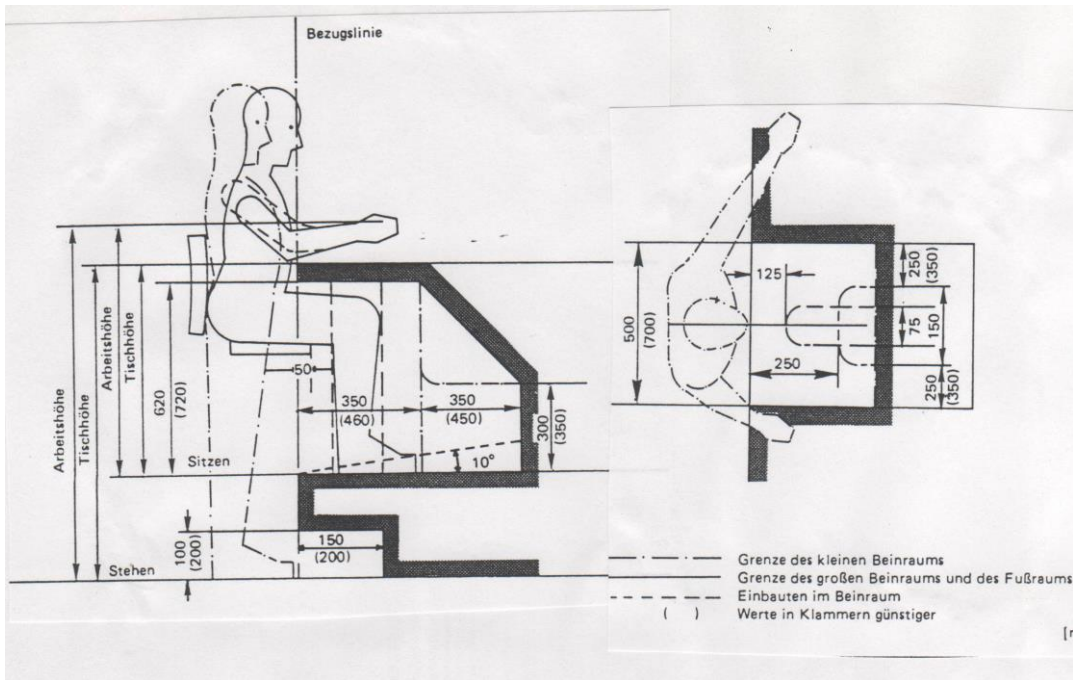


Figura 12. 32. Lugar de trabajo (dimensiones) (Schnauber)

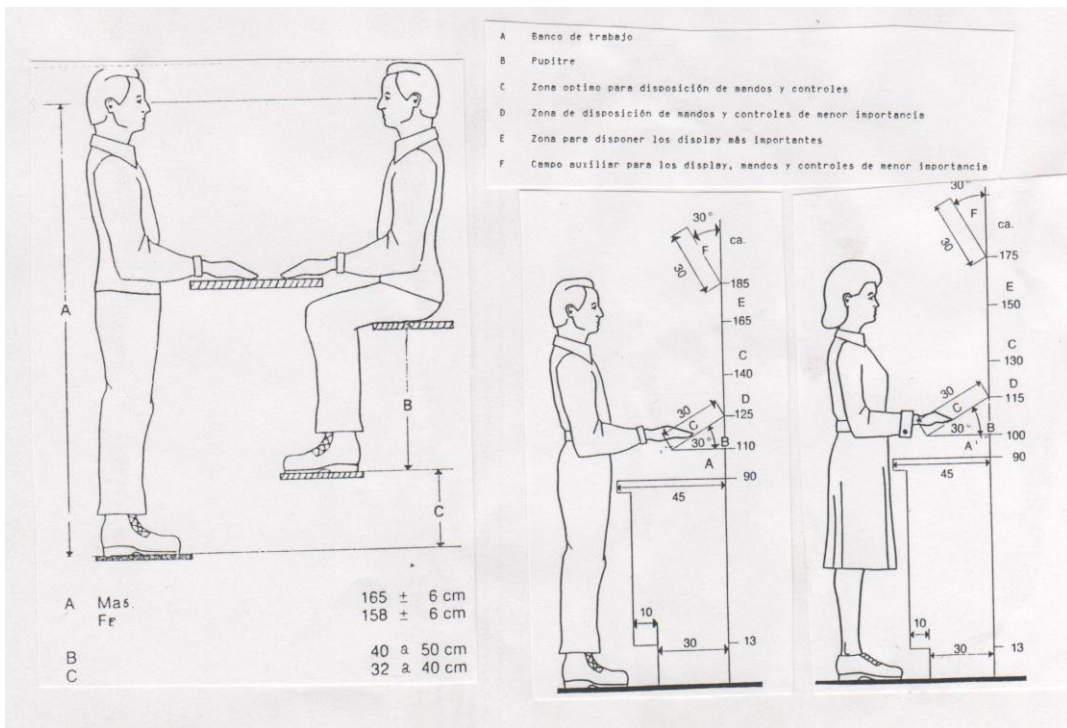


Figura 12. 33. Diseño de escritorios, mesas, tableros

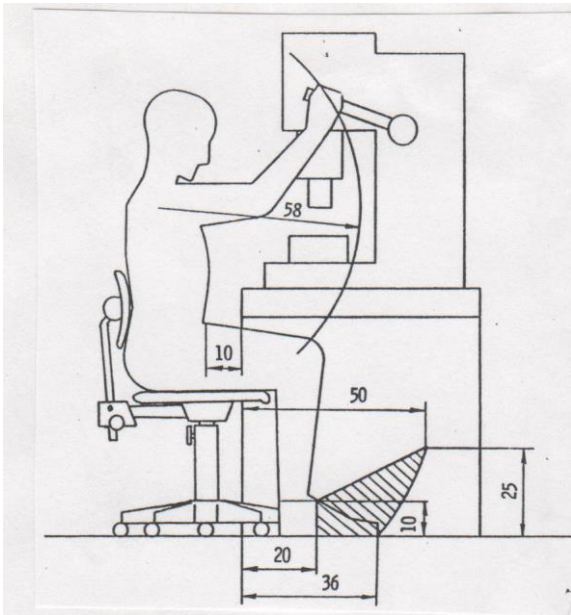


Figura 12. 34. Estudio de la zona de acción de los brazos (Stier)

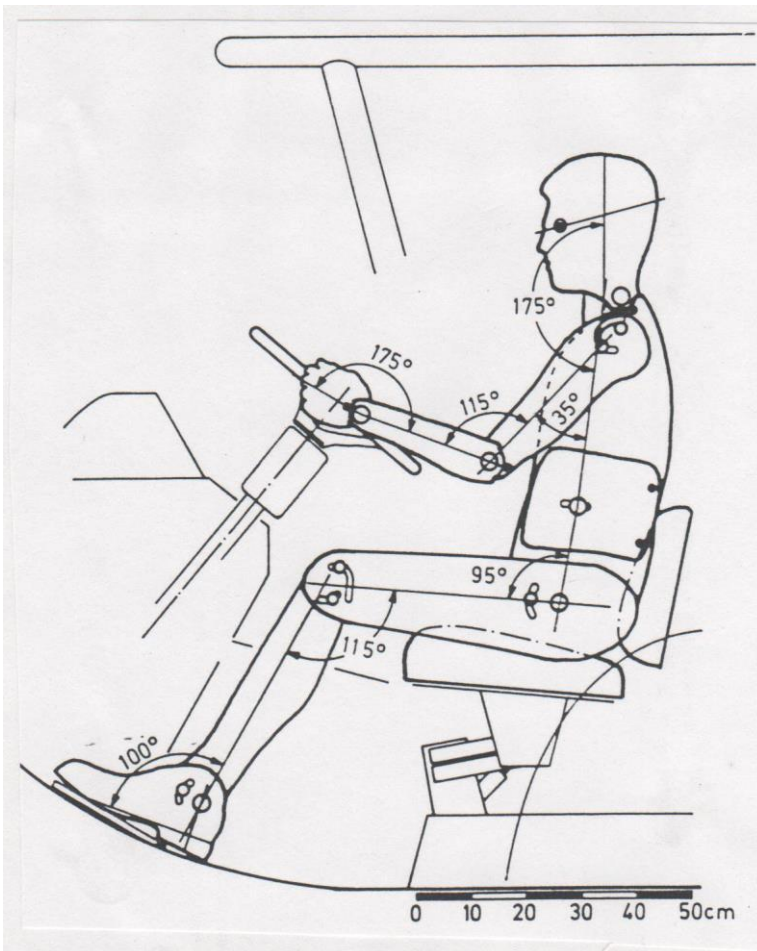


Figura 12. 35. Aplicación de la Norma DIN 33 408 con uso de plantillas en el diseño de cabinas de conducción (Dupuis)

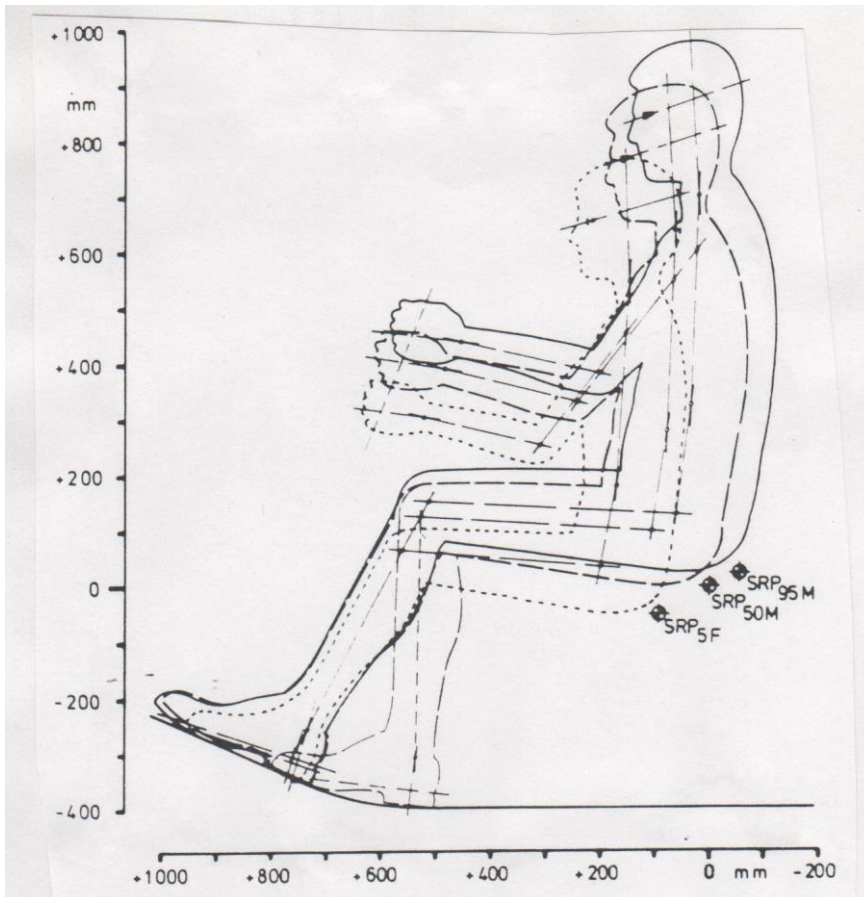


Figura 12. 36. Ubicación del individuo dentro de una cabina según su tamaño y ubicación del punto de referencia sentado SRP (Dupuis)

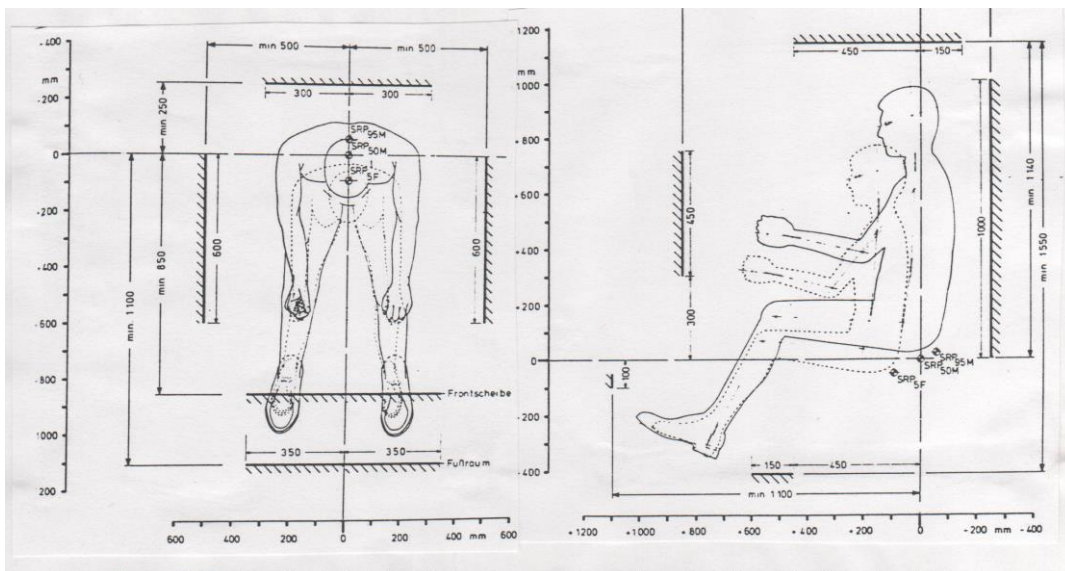


Figura 12. 37. Ubicación del individuo dentro de una cabina según su tamaño y ubicación del punto de referencia sentado SRP, tomando límites constructivos de referencia (Dupuis)



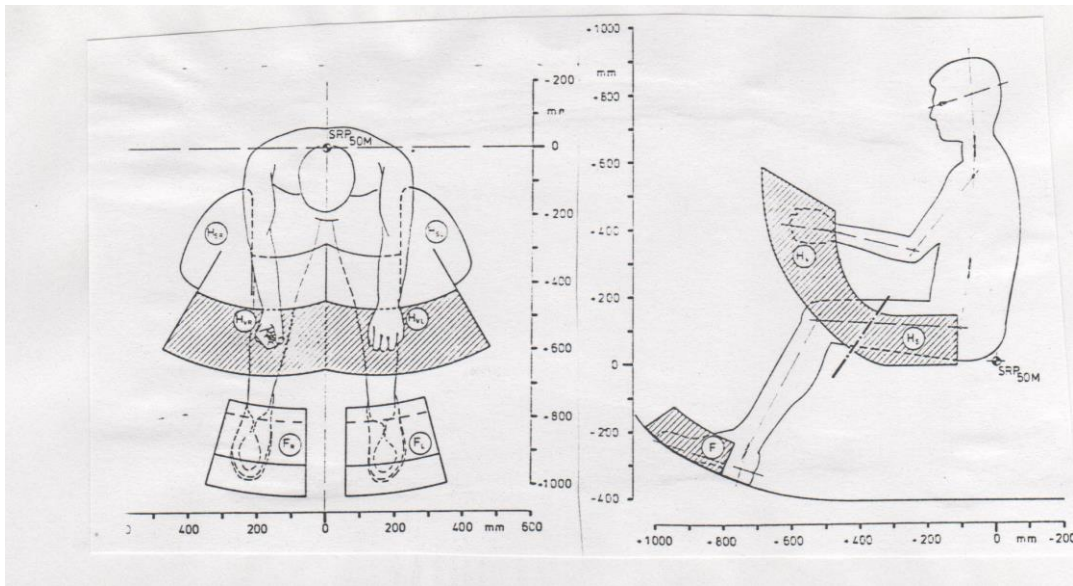


Figura 12.38. Alcance del individuo dentro de una cabina según su tamaño y ubicación del punto de referencia sentado SRP (Dupuis)

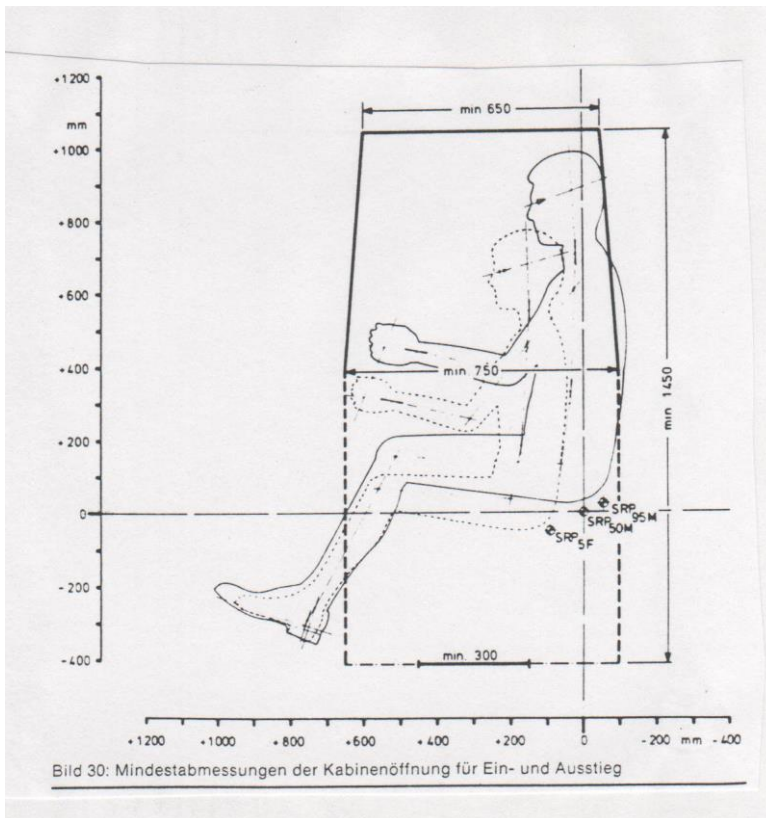


Figura 12.39. Cabina tomando en cuenta el tamaño del punto de referencia sentado SRP (Dupuis)



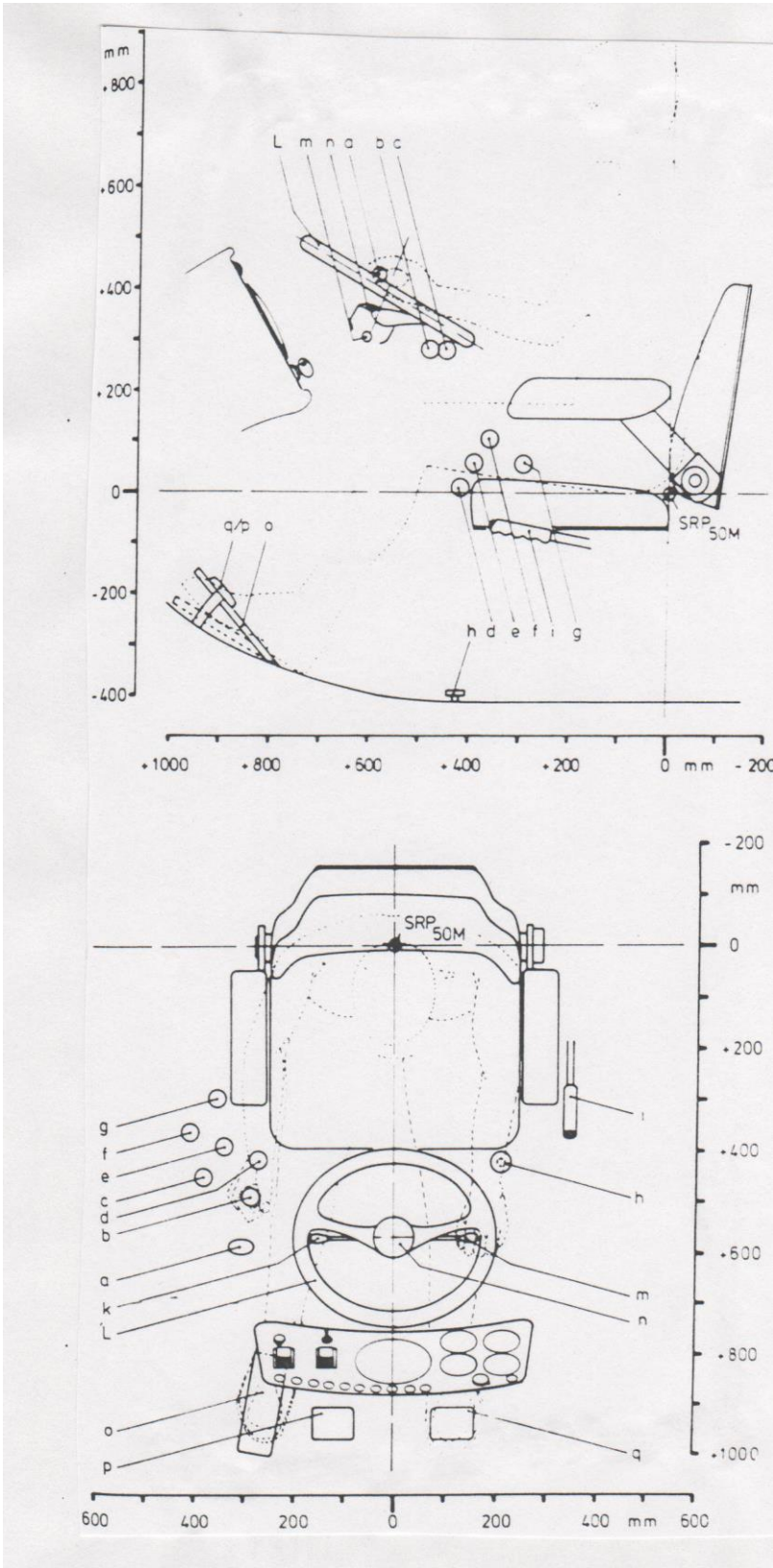


Figura 12.40. Cabina diseñada (Dupuis)

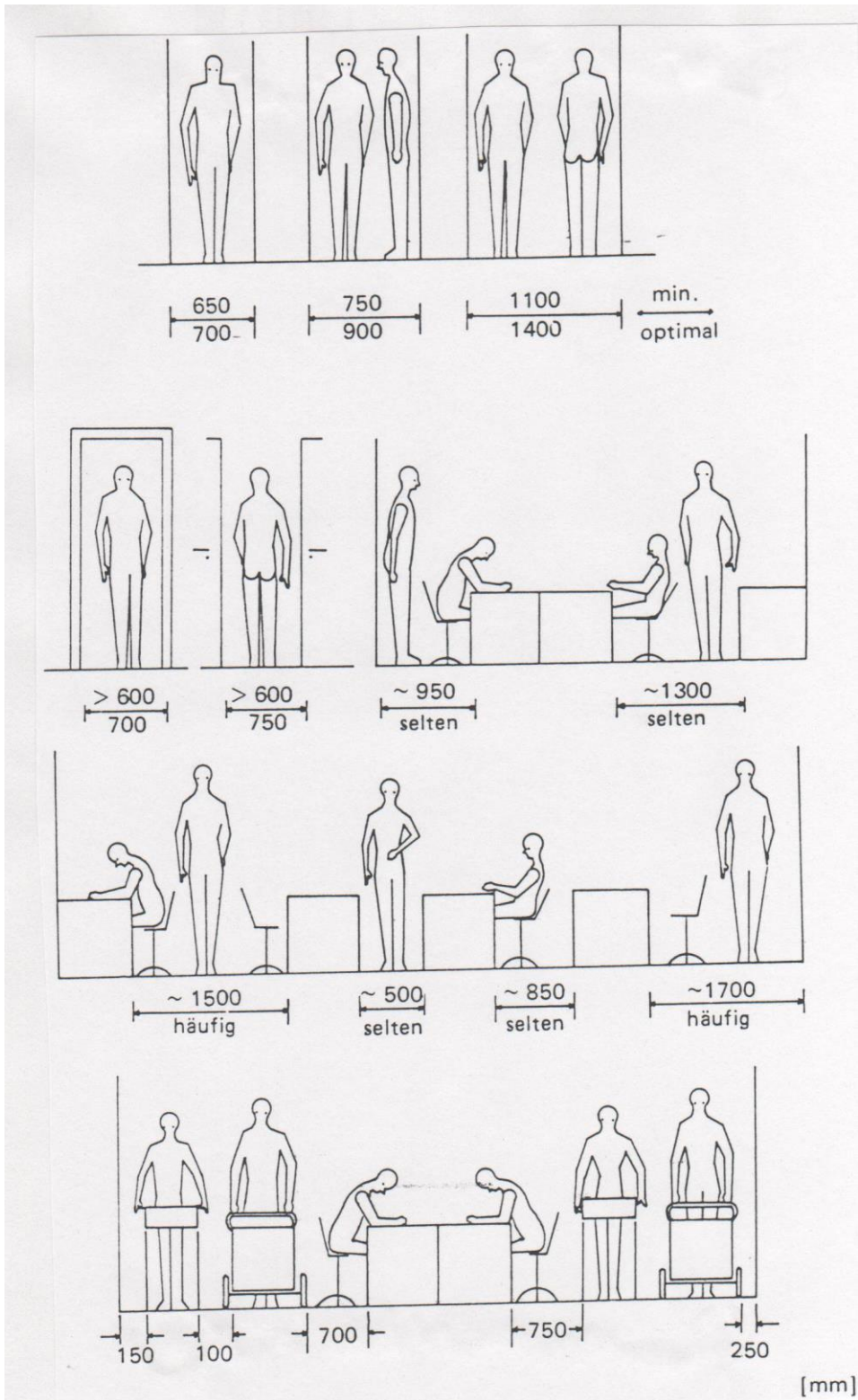


Figura 12.41. Datos generales (Kichner)

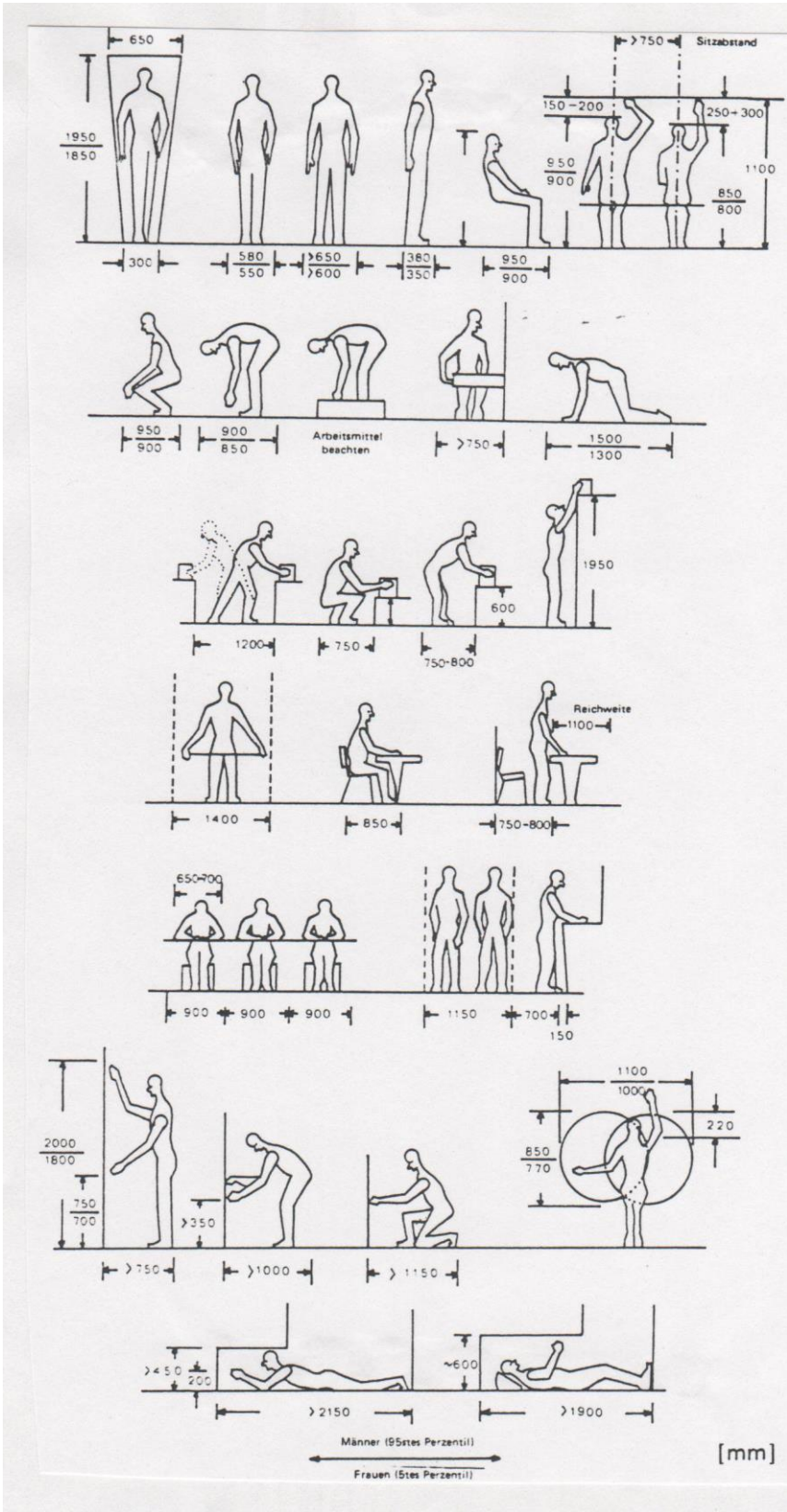


Figura 12.42. Datos generales (Kichner)



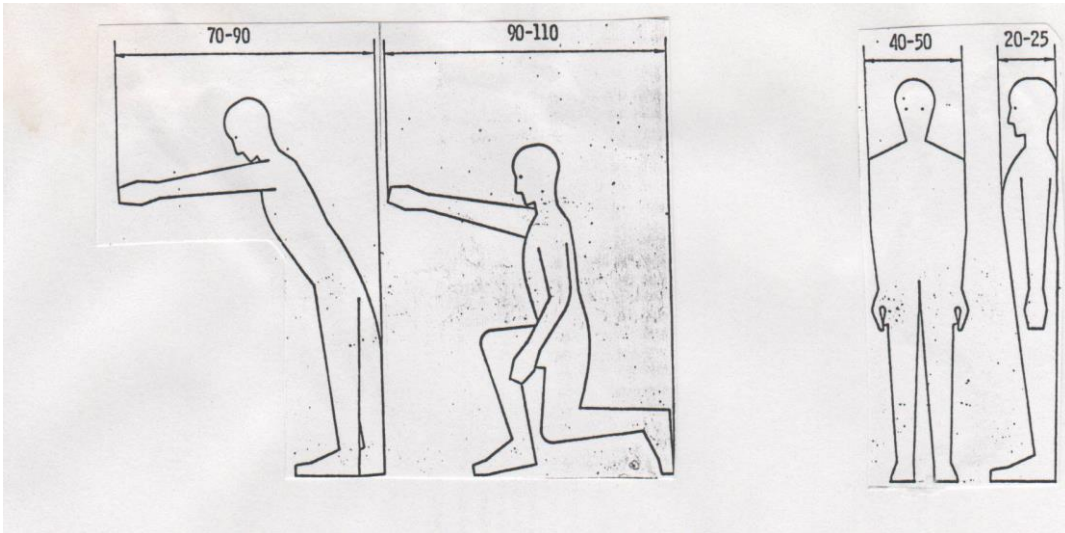


Figura 12.43. Datos generales (Linz 1969)

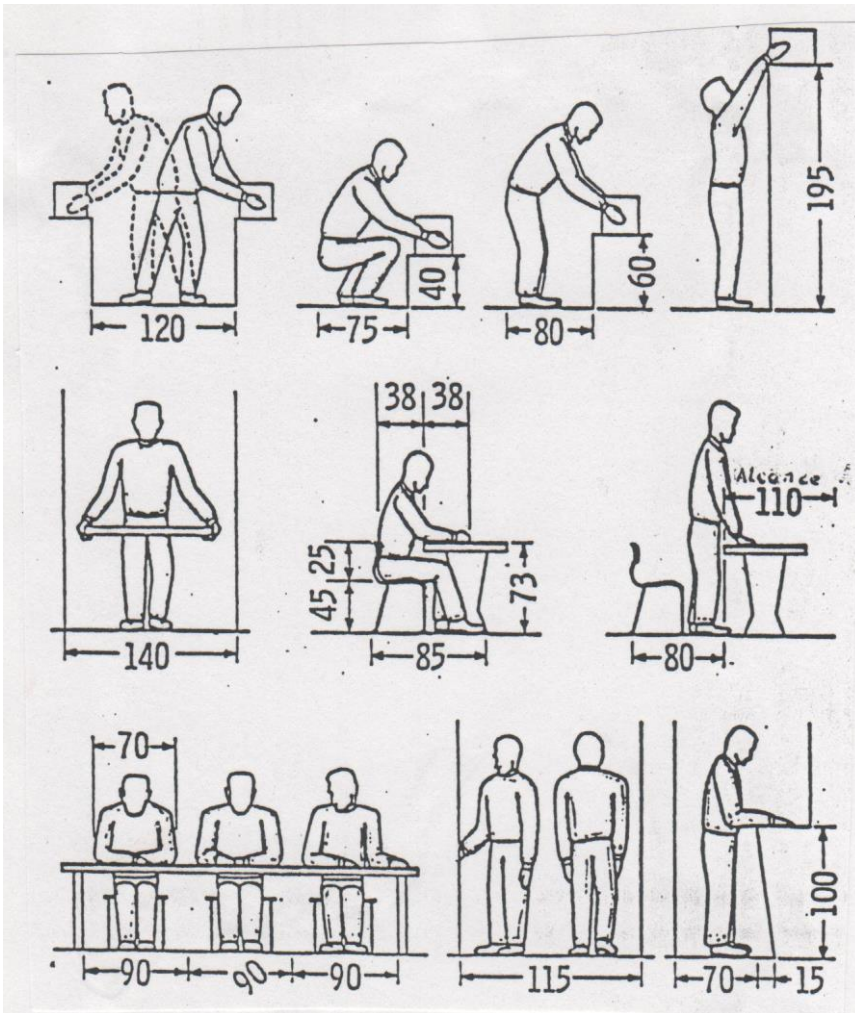


Figura 12.44. Datos generales (Kaminski, Pitz)

## **BIBLIOGRAFIA,**

**Benz, Leibig Roll, Gestalten der Sehbedingungen am Arbeitsplatz, Verlag TÜV Rheinland (1981)**

**Benz, Gross, Haubner. Gestaltung von Bildschirm-Arbeitsplätzen, Verlag TÜV Rheinland (1981)**

**Berger, Jenner. Arbeitsplatz-gestaltung und Körpermasse. Verlag TÜV Rhrinland (1986)**

**Clarín, Diario Buenos Aires**

**Cortéz Díaz, José María, Seguridad e Higiene del Trabajo, Ed. Tébar Flores Madrid. (1996)**

**Dupuis H. Gestaltung von Schleppern und Landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen. Verlag TÜV Rheinland Köln (1981)**

**Dr. Epelman, Mario; Fortuna, Daniel; Neffa, Julio Cesar. Efecto de las nuevas Tecnologías Informatizadas sobre la Salud de los Trabajadores. Buenos Aires (1990)**

**Grandjean E.: Physiologische Arbeitsgestaltung . ecomed (1991)**

**Grandjean E.: Etienne, Ing. Grad. Huting, Wihelm. Sitzen sie rieting. Bayerches Ataatministeriumm für Arbeit und Sozialodnug (1989)**

**Fundación REFA de Argentina: REFA, "Modulo 1", Tema 4 (Ergonomía), 1988.**

**Prof. Dr. Hartman. Deleuchtung am Arbeitsplatz.. Bayerches Staatministerium für Arbeit und Sozialodnug (1989)**

**Prof. Dr. Med. Hettinger Theodor, Dipl. Ing. Hahn, Schwere Leichtgehoben. Bayerches Staatministerium für Arbeit und Sozialodnug (1991)**

**Prof. Dr. Med. Hettinger Theodor. Handhabuny von lasten. Carl Hanser Verlag, München (1990)**

**Kirchner, J. H., Baum E. Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalten Carl Hanser Verlag, München (1990)**

**Prf. Dr. Ing. Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. Beuth Verlag Gmbh . Berlin. Köln 1992**

**Knaut, Peter – Ruteneranz. Traschenbuch der Arbeitgestaltung. Verlag J P Bachem Köln 1977.**

**Ing. Kellermann, F., Dr van Wely, P., Dr Willems, P. Manual de ergonomia. ACME Agency SACIF buenos Aires (1967)**

**Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. Helmunt Krueger, Prof. Dr. med. Wolf Müller Limmroth. Arbeiten mit den Bildschirmabger richtig. Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnug**

**Institut für angewandie Arbeitswissenschaft e. V. Köln N° 75 (junio 1978)**

**Prf. Dr. Ing. Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. Beuth Verlag Gmbh . Berlin. Köln 1992**

**Landan, K.: A. Unswirkunger der Mikroelectronik aus Arbeituswissenschaftlicher Sicht. In REFA Naachrichten, (1980)**

**Lange, W. Kleine Ergonomische Datensammlung. Verlag TÜV Rheinland**

**Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. REFA. Beuth Verlag GmbH. Berlin-Köln (1992)**

**MAPFRE, Manual de Higiene Industrial Madrid (1996)**

**MAPFRE, Manual de Ergonomía Madrid (1997)**

**Mc Kornick, Ernest J.: "Elementos de Ergonomía". , Editorial Gustavo Gil S.A. Barcelona (1980).**

**Lic. Melo, J. L. Apuntes de Estadísticas y Costos Industriales. ASIMRA (1988)**

**Lic. Melo, J. L. Ergonomía Editorial Journal Bs As 2005**

**Lic. Melo, J. L. Prevención ergonómica La Caja ART Bs As 2005**

**Lic. Melo, J. L. El Asiento Ed, Fénix Buenos Aires 2007**

**Lic. Melo, J. L. Manual de Ergonomía Aplicada a las Videoterminals Ed FISO Buenos Aires 2008**

**Murray, R; Spiegel, Ph. D. Estadistica Mc Graw-Hill Mejico**

**Prof Dr. Med. Müller, Wolf-Limmroth bearbeitet von Dr. Reinhard Schug. Arbeit und Stress. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnug. München 1990**

**Dr. Müller, Bodo Einden. Arbeitstaltung aus industrieller sicht. IfaA (Institut für angewandte Arbeitswissenschaft eV. Kölln (1980)**

**Munker, H. Umgebungseinflüsse am Büroarbeitsplatz, Verlag TÜV Rheinland Düsseldorf (1979)**

**Neumann, Chistoph W. Arbeitskreis "Ergonomie" der Berliner Metallindustrie. IfaA (Institut für angewandte Arbeitswissenschaft eV. Kölln (1980)**

**Poza, José m. De la, Seguridad e higiene Profesional. Editorial Paraninfo Madrid. (1990)**

**Proto Catálogo de Herramientas Industriales**

**REFA: "Módulo 1" Tema 4, (Ergonomía)  
Fundación REFA de Argentina, Buenos Aires 1985-90**

**"Módulo 6" 1988.**

**Estudio del trabajo BUENOS AIRES 1986.**

**Rohmert, W. Grundlagen der technischen Arbeitsgestaltung. (1981)**

**Schmidke, H. "Lehrbuch der Ergonomie 3, Carl Hanser Verlag", München-Wien, (1993)**

**Stanley Heramientas, Ferramentas, Tools, N° LA-1/96**

**Schmidtke, Heinz. Ergonomische Prüfung. Carl Hanser Verlag München, Wien (1989)**

**Schmidtke, Heinz. Ergonomie 3 Auflage. Carl Hanser Verlag München, Wien (1993)**

**Priv. Dr. Ing. Habit. Strasser, Helmut, Prof Dr. Med Müller, Wolf, - Limmorth. Ergonomie an der Kasse - ober wie?. Bayerches Staatministerium für Arbeit und Sozialodnug (1983)**

**Dr. Ing. Schulttetus, W. Montage-gestaltung. , Verlag TÜV Rheinland Düsseldorf (1987)**

**Dr. Ing. Schulttetus, W. Aufgaben eines Ergonomie-Labor. . IfaA (Institut für angewandte Arbeitswissenschaft eV. Kölln (1980)**

**UGT de España: Informe**

## **CAPITULO 12**

### **INDICE**

#### **12. INTODUCCIÓN**

##### **12.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA CONFORMACIÓN DEL TRABAJO**

###### **12.1.2 METODOLOGÍA**

###### **12.1.3 CUALIDADES EXIGIDAS AL ESPECIALISTA**

###### **12.1.4 TAREA CONTINUA**

#### **12.2. RACIONALIZACIÓN TÉCNICO LABORAL**

#### **12.3 CLASES DE PUESTOS DE TRABAJO**

#### **12.4. CONFORMACIÓN ERGONÓMICA DEL PUESTO DE TRABAJO**

##### **12.4.1 EL HOMBRE COMO CENTRO**

##### **12.4.2 MEDIDAS DEL CUERPO HUMANO**

##### **BIBLIOGRAFÍA**



## La iluminación y la visión en el trabajo

---

### 13.1. INTRODUCCION

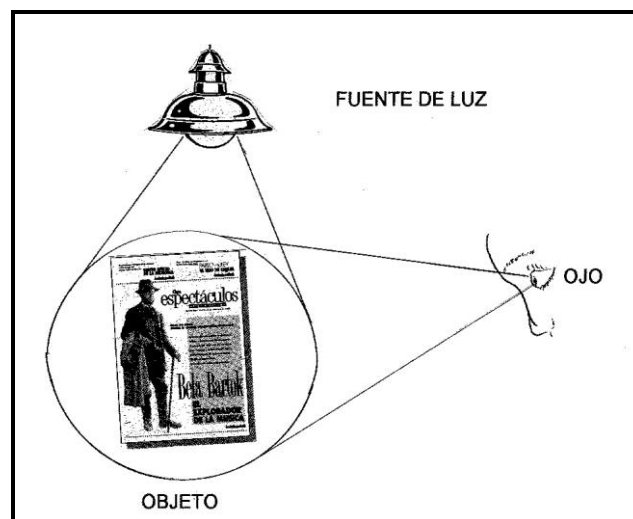
El ojo es el órgano sensorial más importante para la recepción de información. De hecho, entre un 80 y un 90% de las percepciones recaen sobre el ojo.

En la mayoría de los trabajos, la parte del organismo más solicitada es el sistema visual, por lo tanto, podemos atrevernos a decir que es uno de los principales responsables del cansancio laboral.

Por otro lado, es casi imposible en el estudio ergonómico pensar en tomar el tema de visión sin considerar junto con ella la iluminación, dado que gracias a la presencia de la luz, los animales podemos ver nuestro entorno.

El ojo, principal órgano del sistema visual, según el interés que despierta nuestro estudio, es mucho más complejo de lo que expondremos. Lo mismo nos ocurre con la iluminación, de la que, de todos modos, procuraremos dar los lineamientos básicos para su comprensión.

La luz es el elemento que lleva las informaciones, mientras que los ojos son los encargados de captar dicha información, organizándola y codificándola para luego enviar él sé a la transformada al cerebro para que éste la interprete, lo que nos demuestra la imposibilidad de separar el tema de la visión del de la luz.



**Figura 13.1.** Para ver son necesarios tres elementos: La luz, el objeto y el órgano visual

### 13.2. LA LUZ

Está constituida por radiaciones electromagnéticas, capaces de impresionar la retina del ser humano y producirle la sensación luminosa.

La velocidad de propagación de estas radiaciones es de 300.000 Km/seg. Y se distinguen entre sí por la frecuencia, período y longitud de onda. El espectro visible para el ser humano se encuentra en un pequeño rango comprendido entre las longitudes de onda que van de 380 a 780 n.m. (nanómetros) (ver *figura 13.2*). Las ondas de longitudes más cortas corresponden al extremo visible violeta, y las de longitudes más largas, al rojo, las cuales quedan limitadas por las ondas ultravioletas y las infrarrojas, que no son captadas por el ojo humano.

Los colores son consecuencia de la captación de ondas de distintas longitudes, es decir, la sensación óptica de color depende de las longitudes de onda que recibe el ojo.

El espectro completo de radiaciones electromagnéticas está formado por ondas de energía radiante, cuya longitud va de 100 Km a 1, y expresado en hercios, entre  $10^{24}$  y 1. Esta gran variación presenta una amplia gama de elementos conocidos como rayos cósmicos, rayos gamma, rayos X, rayos ultravioletas, el espectro visible (luz), rayos infrarrojos, ondas de radar, ondas de F.M., ondas de T.V., ondas de A.M. y energía eléctrica.

Nota: Los nanómetros eran anteriormente designados como milimicrones.

Ampliando lo anteriormente expresado sobre los colores, se puede decir que las longitudes de ondas que están en las gamas que se mencionan a continuación nos dan la percepción de los distintos colores.

La luz que percibe el hombre tiene dos fuentes distintas, los cuerpos calientes o incandescentes (como una llama, el sol, etc.) y los cuerpos flúor o luminiscentes (como la luz reflejada que proviene de los cuerpos que nos rodean).

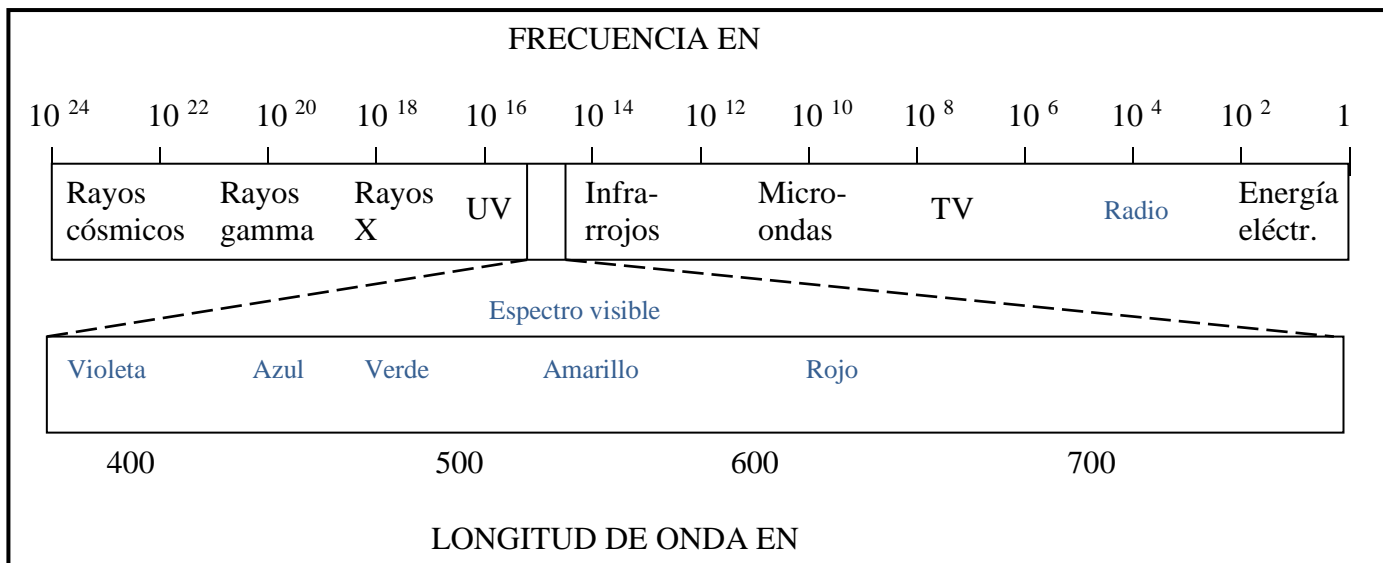
Cuando un cuerpo caliente emite todas las longitudes de onda en proporciones casi iguales, decimos que emite luz blanca. Cuando un cuerpo emite una luz que tiene apariencia de un color (verdosa, amarillenta, azulada, etc.), se debe a que existe mayor energía en una gama de longitud de onda que el otras.

La luz que procede de un cuerpo caliente ilumina los objetos circundantes; dicha luz es una combinación de ondas de diferentes longitudes, y es absorbida por los cuerpos que rodean al emisor.

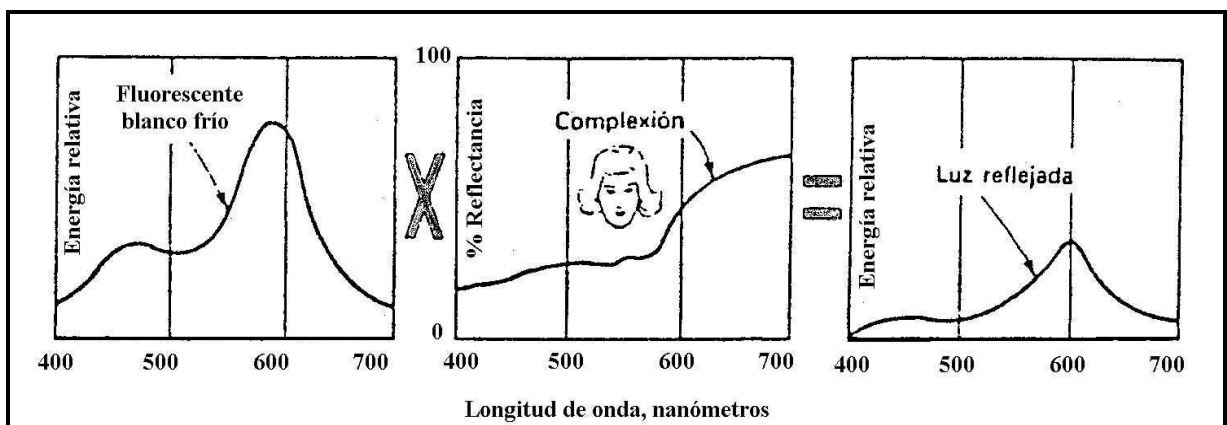
La luz reflejada por los objetos es efecto de la interacción del espectro de la luz de la fuente y de las características de la absorción espectral del objeto.

Si un objeto de color es contemplado bajo luz blanca, se ve, en su color "natural". Si es contemplado bajo una luz que posee una concentración de energía en una parte limitada de su espectro, la luz reflejada puede alterar el color aparente del objeto, como en el caso de un objeto azul que parece verde cuando se lo ve bajo una luz amarilla. En la *figura 13.3* se ilustra ese efecto y, además, se muestra como la complejión aparente de una persona queda influida por la naturaleza del origen de la luz.

LONGITUD DE ONDA (en n.m.)	COLOR PERCIBIDO
de 380 a 436	gama del violeta
de 436 a 495	gama del azul
de 495 a 566	gama del verde
de 566 a 584	gama del amarillo
de 584 a 627	gama del naranja
de 627 a 780	gama del rojo



**Figura 13.2:** El espectro de energía radiante (electromagnética), mostrando el espectro visible (Light and color, p. 5)



**Figura 13.3:** Ilustración del efecto del espectro de una fuente de luz sobre el espectro de luz reflejada, en este caso por la complejión de la cara de una persona (Light and color, p. 25).

### **13.2.1 FOTOMETRIA (MEDICION DE LA LUZ)**

#### **13.2.1.1. FUNDAMENTOS**

El órgano sensorial más importante en la recepción de información es el ojo, a través del que se recibe aproximadamente el 90% del total de la misma.

En la actividad laboral moderna podemos decir que en casi todos los puestos de trabajo la visión es la parte más solicitada, lo que nos lleva a decir que es responsable de gran parte del cansancio del hombre.

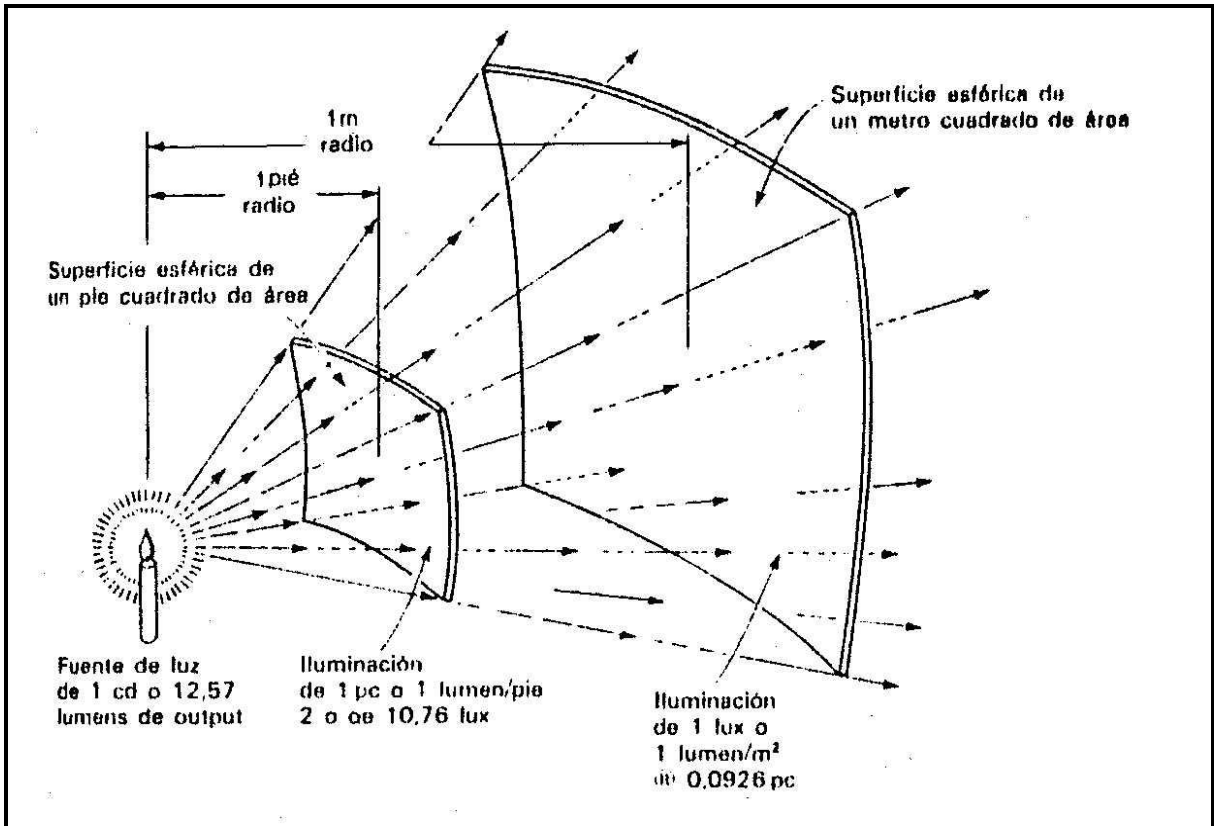
Con el fin de poder entender los problemas de luminotecnia, enumeraremos y definiremos conceptos básicos de ésta.

- Intensidad luminosa
- Flujo luminoso
- Angulo válido
- Luminancia
- Brillo
- Contraste
- Rendimiento de color
- Temperatura de color
- Apariencia de color
- Refractancia.

#### **13.2.1.2. INTENSIDAD LUMINOSA**

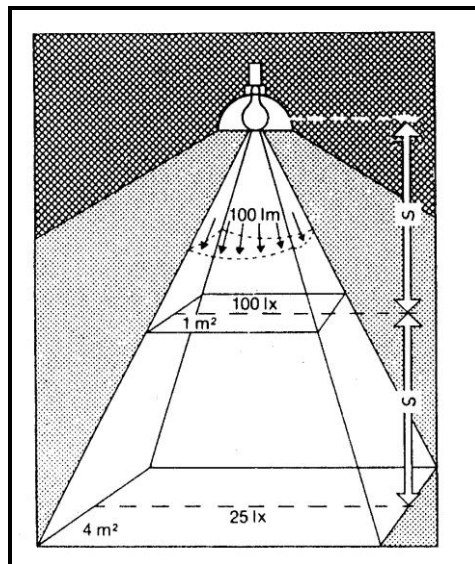
Se define como intensidad lumínica a la cantidad de flujo luminoso que sale de una fuente por unidad de ángulo sólido en una determinada dirección. Su unidad de medida es la candela (cd), siendo ésta la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente de luz que emite radiación monocromática de frecuencia  $540 \times 10^3$  hertzios, y cuya intensidad energética en esta dirección es de 1/683 vatios por estereo radiación.

También se define la candela como la intensidad luminosa de 1/600 000 metros cuadrados del área proyectada de un radiador opaco operando a la temperatura de solidificación del platino (2047 grados K).



**Figura 13.4:** Ilustración de la distribución de la luz a partir de una fuente de luz, siguiendo la ley del cuadrado inverso. (Light measurement and Control, p. 5).

Su potencia lumínica ( $p_l$ ) es una medida de la intensidad luminosa de una fuente de luz expresada en candelas.



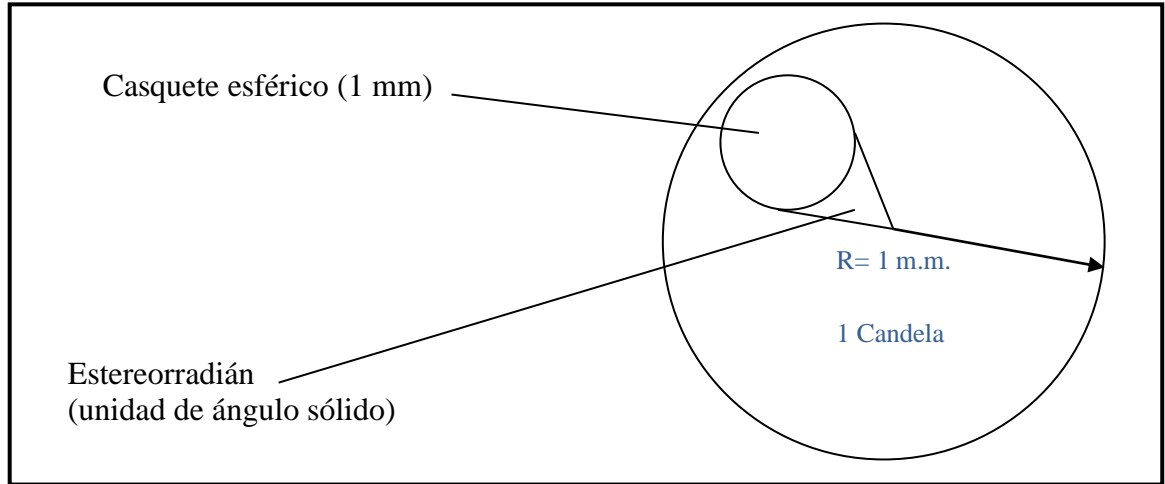
**Figura 13.5:** La intensidad luminosa se torna inversamente proporcional al cuadrado de la distancia a la fuente luminosa.

### 13.2.1.3. FLUJO LUMINOSO

El flujo luminoso es el tiempo de duración de una corriente de luz medida en lumens (Lm).

El lumen es el flujo luminoso de una candela en un estereorradián.

**Figura 13.6:** Gráfica de un estereorradián.



#### **13.2.1.4 Angulo sólido**

Es el ángulo subtendido en el centro de una esfera por el área de la superficie de la misma. Numéricamente igual al cuadrado de un radio, su unidad es el estereorradián.

Se define como estereorradián, en una esfera con un radio de 1 metro, al ángulo sólido tal que éste sea equivalente al ángulo de un cono de 1 metro cuadrado de base, situada en la superficie exterior de la esfera y que tiene como vértice el centro de la misma.

#### **13.2.1.5 LUMINANCIA O ILUMINACION**

Es la relación que existe entre el flujo luminoso que incide y la superficie de impacto. Su unidad es el lux (Lx).

En otras palabras, es el flujo luminoso por unidad de superficie.

Si el flujo luminoso (potencia luminosa de la fuente) tiene como unidad el lumen (Lm) y la superficie donde incide en  $\text{m}^2$ , entonces se tiene que:

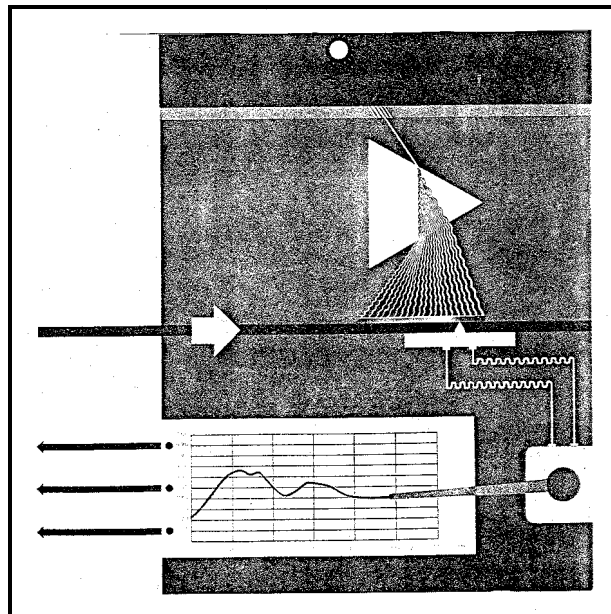
$$\text{Lux} = \frac{1 \text{ Lm}}{\text{m}^2}$$

La iluminación de un día claro de verano ronda en valores de hasta  $100.000 \text{ Lx}$ ; Por ejemplo, en Salinas Grandes (Jujuy, Argentina), en cambio, en los días nublados de invierno sólo llega a valores próximos a los  $3000 \text{ Lx}$ . Como en Buenos Aires (salvando las sutilezas de la densidad nubosa)

La iluminación es, junto a la longitud de onda de la luz, una medida del nivel de carga (igual color).

En el proceso de medición y determinación de la luz solar patrón y la luz artificial patrón, intervienen el luxómetro y el espectrofotómetro

Con el luxómetro se puede medir la claridad o luminosidad de una superficie determinando cuántos lux hay. Esto nos indica algo sobre la cantidad de luz, pero nada sobre su composición. Para determinar la interviene el espectrofotómetro (*figura 13.7*) que permite analizar la repartición espectral de la luz. En este, la energía luminosa es medida en todas las zonas de longitudes de onda del espectro y se registra en un papel; el mismo se halla dividido en forma vertical donde figuran las longitudes de onda, y en sentido horizontal, la unidad de energía. Este registrador traza las curvas de energía correspondientes al espectro. Dichas curvas nos permiten comparar diversas clases de luz. También sirven para medir cuánto difiere la luz artificial de la luz del día.



**Figura 13.7.:** Esquema de funcionamiento de un Espectrofotómetro

### 13.2.1.6 LUMINANCIA

La luminancia describe la sensación lumínica que produce el observar distintas fuentes o superficies luminosas. En otras palabras, es la relación existente entre la intensidad luminosa emitida o reflejada por una superficie y el área aparente de ésta, vista por el ojo

Si la luminancia es igual a:

$$\text{Luminancia } L = \frac{\text{Intensidad luminosa}}{\text{Superficie}}$$

Y la unidad de intensidad luminosa es la candela (cd), mientras que la de superficie es el m<sup>2</sup>:

$$L = \frac{cd}{m^2}$$

Dado que la sensación lumínica que resulta en superficie de reflexión difusa, como los muebles, paredes, etc., depende fundamentalmente del grado de reflexión de la superficie en cuestión, se usa la siguiente fórmula de relación de luminancia:

$$\text{Luminancia } L = \frac{E \cdot e}{\pi}$$

Donde E = iluminación en Lx;  
e = grado de reflexión de la superficie, y  
 $\pi = 3,1416\dots$

Dado el elevado costo de los instrumentos de medición de luminancia y las dificultades que representa la medición, en la práctica se mide sólo la iluminación y se determina el grado de reflexión mediante tablas.

La luminancia suele ser definida como luminosidad o brillantez.

### **13.2.1.7 BRILLO**

El brillo es la sensación que se posee, por la cual una fuente luminosa parece emitir menor o mayor cantidad de luz.

### **13.2.1.8 CONTRASTE**

Se define como contraste la aparente diferencia entre dos partes comprendidas en el campo visual.

Se determina midiendo la diferencia entre dos partes de luminosidad diferente, generalmente la que es objeto de observación y el fondo.

El contraste se expresa de la siguiente forma:

$$C = \frac{L_o - L_f}{L_f}$$

Donde c = contraste  
Lo = luminancia del objeto  
Lf = luminancia del fondo

### **13.2.1.9 RENDIMIENTO DE COLOR**



Es la capacidad que tiene una fuente luminosa para reproducir los colores de los objetos iluminados por ella.

La medición es relativa y se hace en base 100.

#### **13.2.1.10. TEMPERATURA DE COLOR**

Es la comparación de la temperatura con la que emite una radiación del mismo valor cromática que la fuente luminosa en consideración, con respecto a la temperatura de un cuerpo negro.

La unidad de medida es el grado Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ).

#### **13.2.1.11. APARIENCIA DE COLOR**

La apariencia de color de una fuente luminosa está valorada a partir de la temperatura de color correlacionada; cuanto más fría es ésta, mayor es la temperatura de color.

#### **13.2.1.12. REFRACTANCIA**

Es la relación entre el flujo luminoso incandescente y el flujo luminoso reflejado, denominado también "factor de reflexión", que es expresado en porcentaje (*ver figura 13.1.*).

#### **13.2.1.13. REFLEXION**

Está dada por la propiedad que poseen algunas superficies para devolver un rayo luminoso, sin producir un cambio monocromático en la radiación.

Existen varios tipos de reflexiones, las cuales analizaremos por separado:

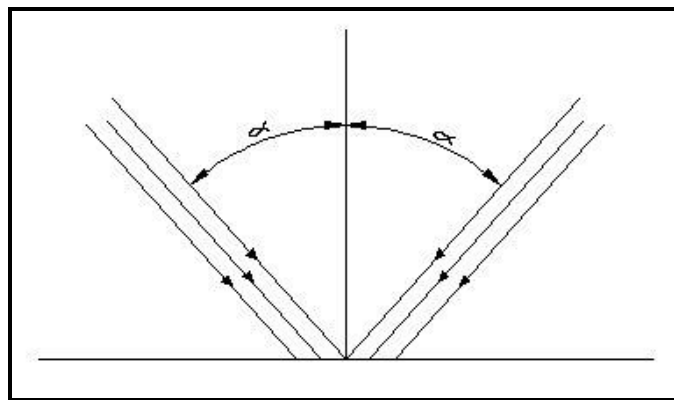
Reflexión especular;

Reflexión difusa, y

Reflexión mixta.

#### **13.2.1.13.1. REFLEXION ESPECULAR**

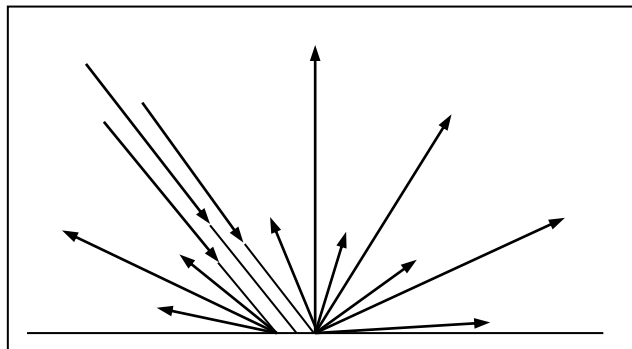
Se la denomina reflexión especular cuando el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia; esta reflexión es propia de la superficie de metales muy pulidos y superficies brillantes (espejos).



**Figura 13.8.** Reflexión especular

#### **13.2.1.13.2. REFLEXION DIFUSA**

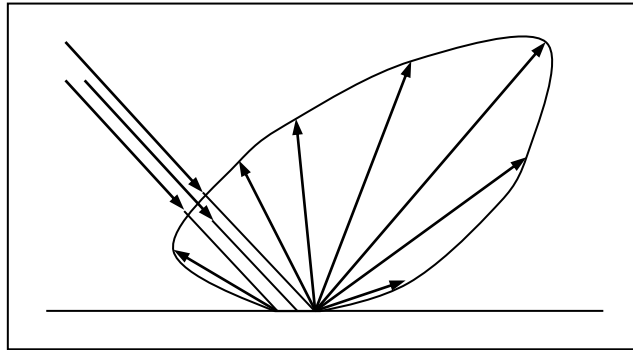
Nos encontramos en presencia de una reflexión difusa en el caso en que el rayo luminoso incidente se refleja en todas direcciones. Esta reflexión es propia de las superficies mate.



**Figura 13.9.** Reflexión Difusa

#### **13.2.1.13.3. REFLEXION MIXTA**

Este tipo de reflexión es intermedia entre las dos anteriores y en ella el haz de luz incidente se refleja en forma parcial. Esta reflexión es propia de las superficies barnizadas, papeles satinados, etc.



### **13.2.2. COLOR**

En presencia de la luz, los objetos reflejan ésta, la cual es captada por nosotros a través de la sensación de color, que puede describirse en función de las siguientes tres características:

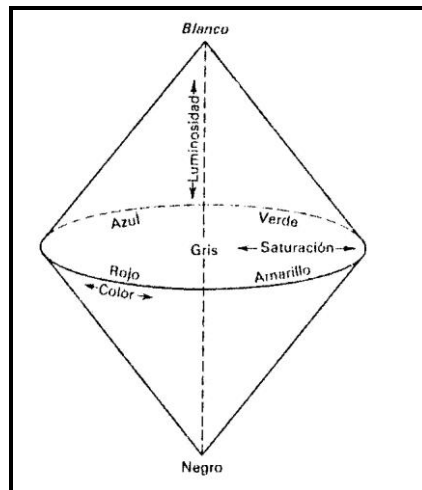
- la longitud de onda predominante
- la  saturación  (es decir, la predominancia de una escasa gama de longitudes de onda en cuanto contrasta con una mezcla de diversas longitudes de onda). En otras palabras nos referimos a la pureza del color (ausencia de blancos o colores lavados por estar "mezclados" con blanco), y
- la luminancia o cantidad de luz transmitida o reflejada.

Además se tiene que estas características físicas de la luz influyen en nuestras percepciones del color por lo que respecta a tres atributos correspondientes, respectivamente matiz, saturación (el atributo que determina el grado de diferencia de un color de un gris bajo la misma luminosidad) y la luminosidad (el atributo relacionado con la cantidad relativa de luz incidente). Estos tres atributos se describen en el cono que aparece en la **figura 13.11**.

NOTA: La denominación admitida universalmente de colores primarios es la de magenta, cyan y amarillo.

En el cono cromático, el tono se indica mediante la posición alrededor de la circunferencia. La saturación (también denominada a veces pureza ó croma) es el radio del cono cromático. Un color saturado ser a un tono único y estaría situado sobre la circunferencia del cono. Los colores que aparecen hacia el centro son mezclas de varios tonos, y mientras tengan un matiz predominante no aparecerán como colores puros. La luminosidad (a veces denominada valor o brillo) aparece situada a la dimensión vertical,

el centro de la cual va desde el blanco hasta el negro, pasando por los diferentes grados del gris. Cualquier color de un matiz determinado y de una saturación dada puede ser variado en su luminosidad. Aunque exista alguna relación de tipo general entre la luminancia y la respuesta subjetiva del brillo, todos los colores que reflejan idénticas cantidades globales de energía lumínica no son necesariamente percibidos como colores de igual luminosidad. Esto se debe al hecho de que el ojo tiene una sensibilidad diferente frente a las distintas longitudes de onda.

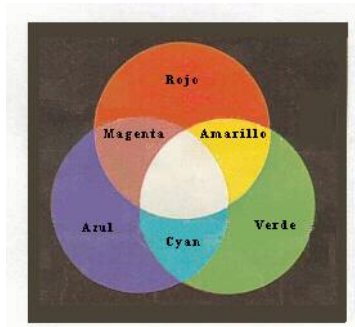


**Figura 13.11:** El cono de color. El color aparece sobre la circunferencia, la luminosidad (de la luz a la oscuridad) sobre la vertical y la saturación sobre el radio de la circunferencia.

### **13.2.2.1. SISTEMAS CROMATICOS**

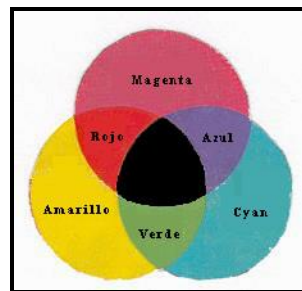
Se utilizan dos tipos de sistemas cromáticos como sistemas standard de colores. Los primeros son aquellos que consisten en el uso de placas de color o fragmentos coloreados para utilizarlos como modelos para caracterizar colores. El sistema cromático de Munsell, el sistema cromático de Ostwald y el "Diccionario del Color" de Maerz y Paul pertenecen a este tipo. Algunos (por ejemplo, los sistemas de Munsell y de Ostwald) se corresponden sustancialmente con el cono de color y proporcionan una nomenclatura tipo para identificar colores ya seleccionados de diversos matices, saturaciones y niveles de luminosidad. Por ejemplo, el sistema de Ostwald identifica 680 muestras de color (28 fragmentos de color para cada uno de 24 matices, más 8 que representan niveles de brillo en el continuo de blanco a negro).

El sistema cromático CIE, preparado por la Commission Internationale de l'Eclairage, prevé el designar colores por lo que respecta a los porcentajes relativos de cada uno de los tres colores primarios, a saber, rojo (X), verde (Y) y azul (Z). Con el sistema CIE pueden designarse todos los colores posibles sobre un diagrama cromático, ya sean colores emitidos, transmitidos o reflejados.



**Figura 13.12.** Síntesis aditiva

Síntesis aditiva: En física, la suma de los tres colores, rojo, azul y verde dan blanco.



**Figura 13.13.** Síntesis sustractiva

Síntesis sustractiva: En pintura, la suma de los tres colores, magenta, amarillo y cian dan negro.



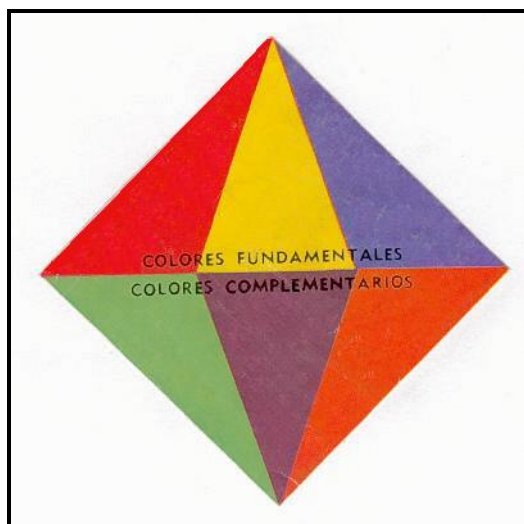
**Figura 13.14.** Intensidad

Intensidad de los colores.



**Figura 13.15.** Descomposición de la luz

La luz blanca, al pasar a través de un prisma; óptico se descompone en los colores del arco iris.

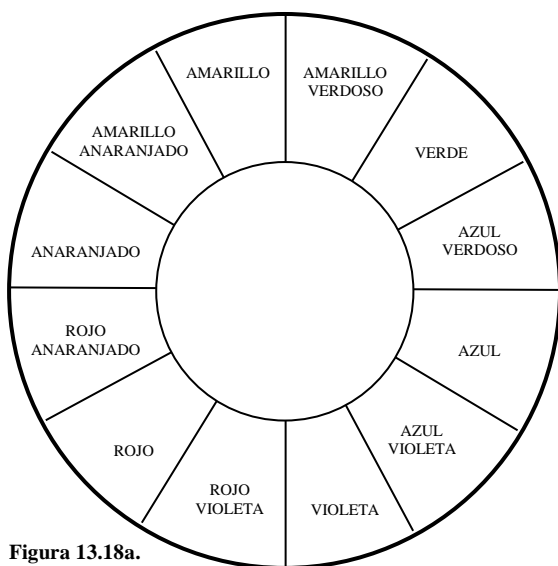


**Figura 13.16.** Colores

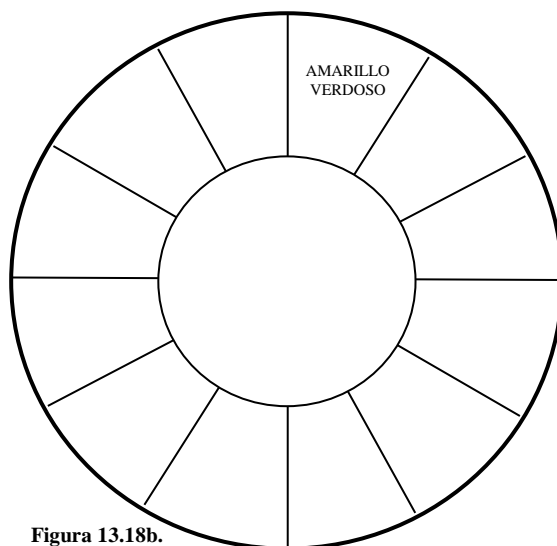
Colores fundamentales y sus complementarios.

Colores "fríos"	Colores "calientes"
<p>Todos los derivados del AZUL</p>	<p>ROJO ANARANJADO AMARILLO MORADO</p>

**Figura 13.17.**



**Figura 13.18a.**



**Figura 13.18b.**

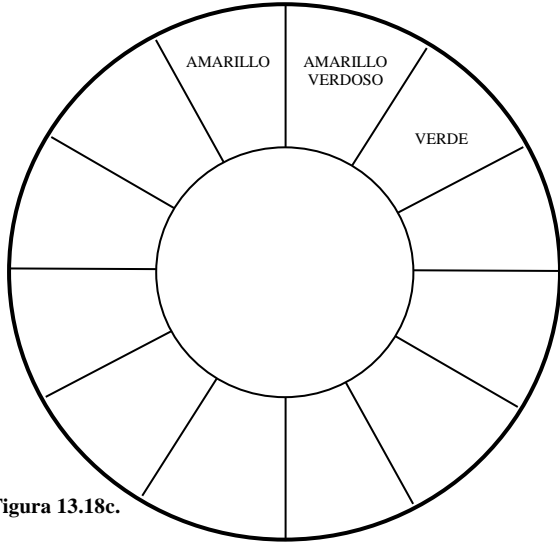


Figura 13.18c.

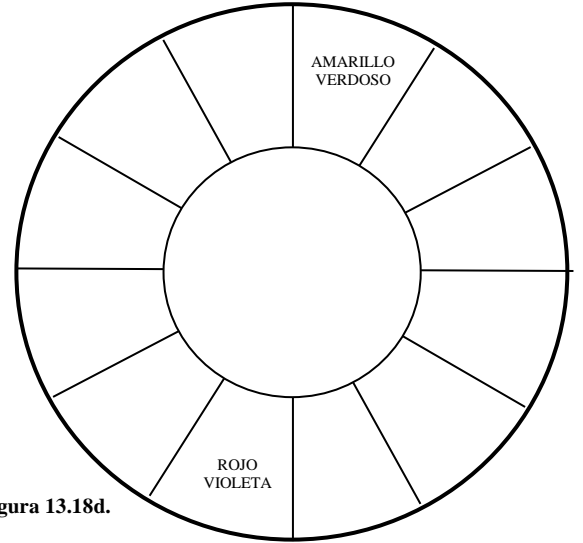


Figura 13.18d.

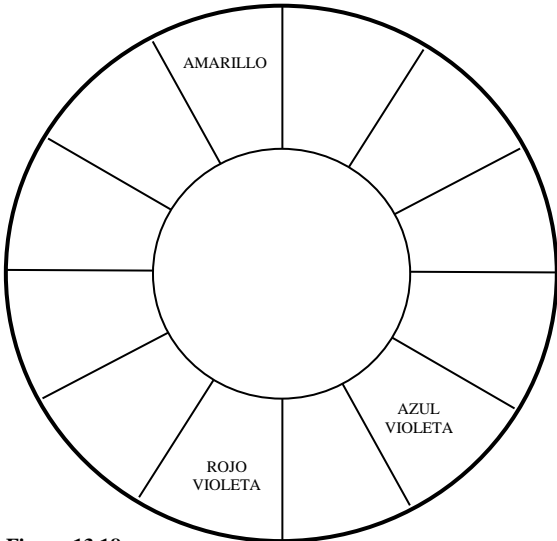


Figura 13.18e.

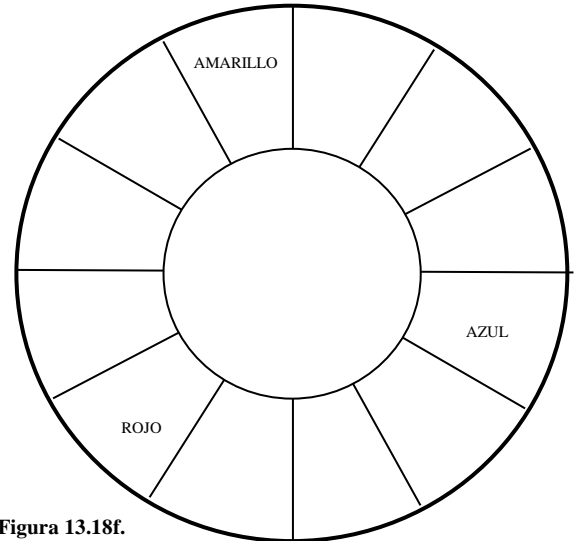


Figura 13.18f.

**NOTA**

Antes de comenzar a describir la morfología del ojo humano conviene señalar algunos puntos que nos será útiles más adelante, el primero de ellos el que se observa en la *figura 13.19*.

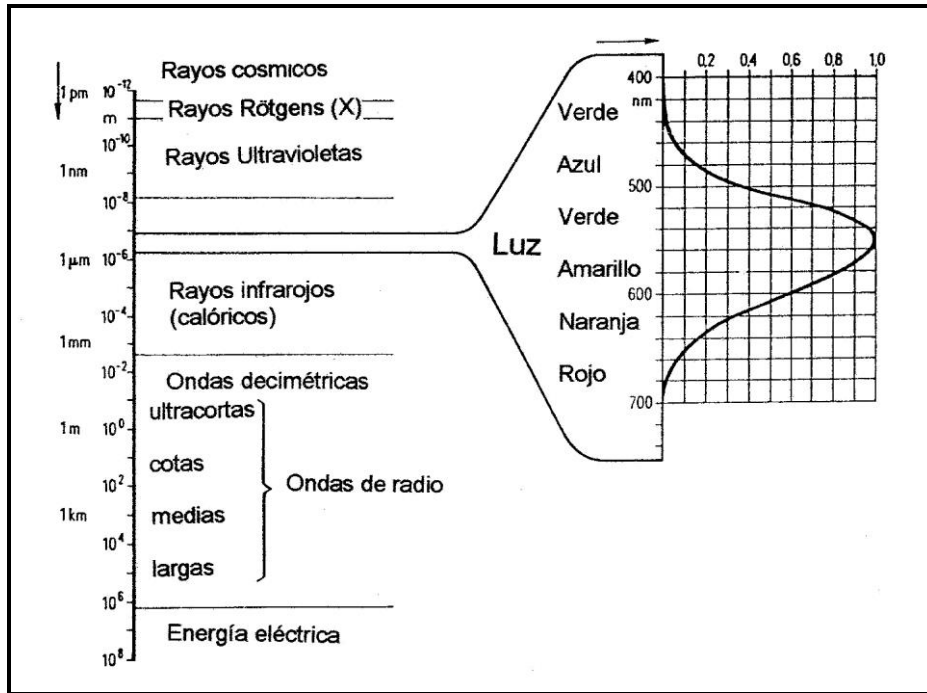


Figura 13.19.: Espectro electromagnético (energía radiante), mostrando la sensibilidad al ojo humano

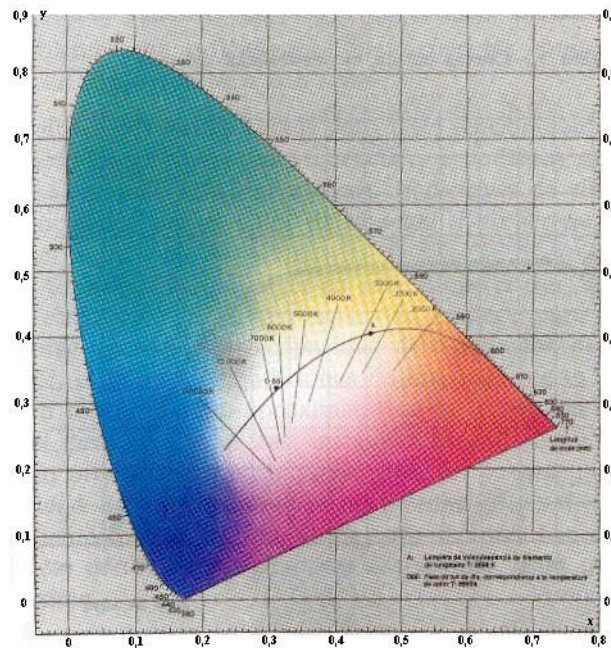
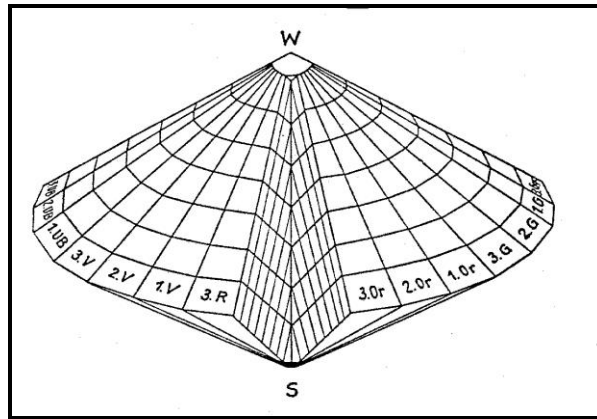


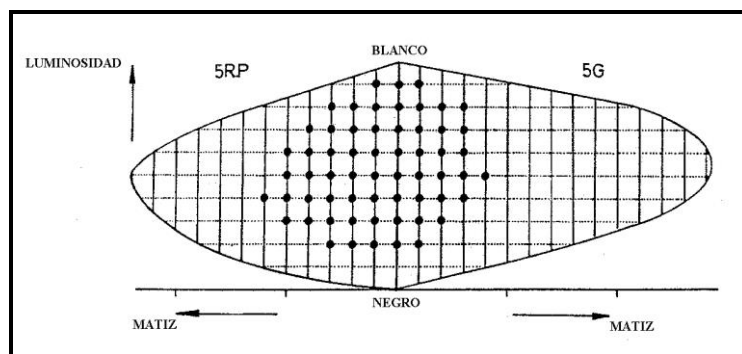
Figura 13.20.: Curvas de sensibilidad del ojo al color (Wright y Guild, 1928)

La CIE Comision Internacional de L'Eclairage) aceptó el diagrama de curvas de sensibilidad al espectro de un observador. (ver *figura 13.20*)

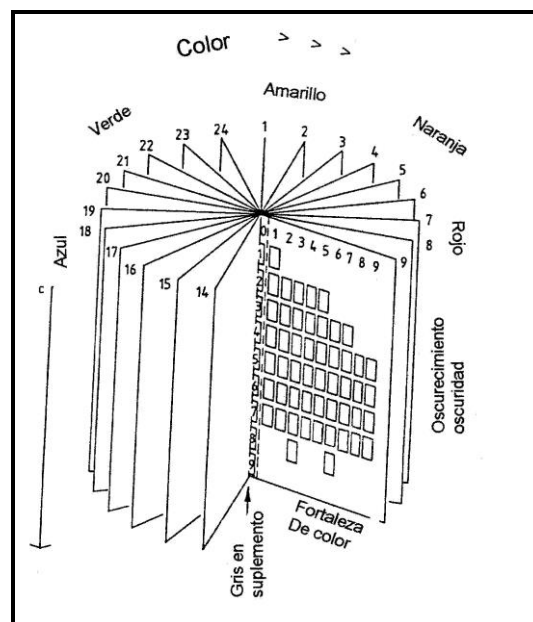




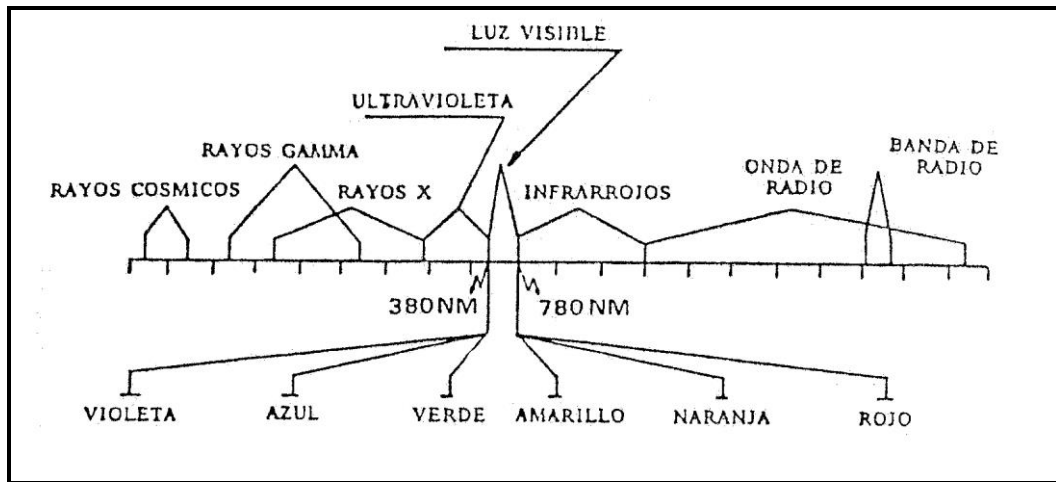
**Figura 13.21.:** Doble cono de Ostwalds, donde W = blanco, S = negro, la línea es por ejemplo 1 amarillo, 2 amarillo, ...,1 naranja,, rojo, violeta.



**Figura 13.22.:** Disposición del color en función del brillo, donde los colores están colocados más altos o más bajos en relación del eje de los brillos y en función propia



**Figura 13.23.:** Esquema de color en el cilindro de color



**Figura complementaria**

### **13.3. EL OJO**

#### **13.3.1. MORFOLOGIA**

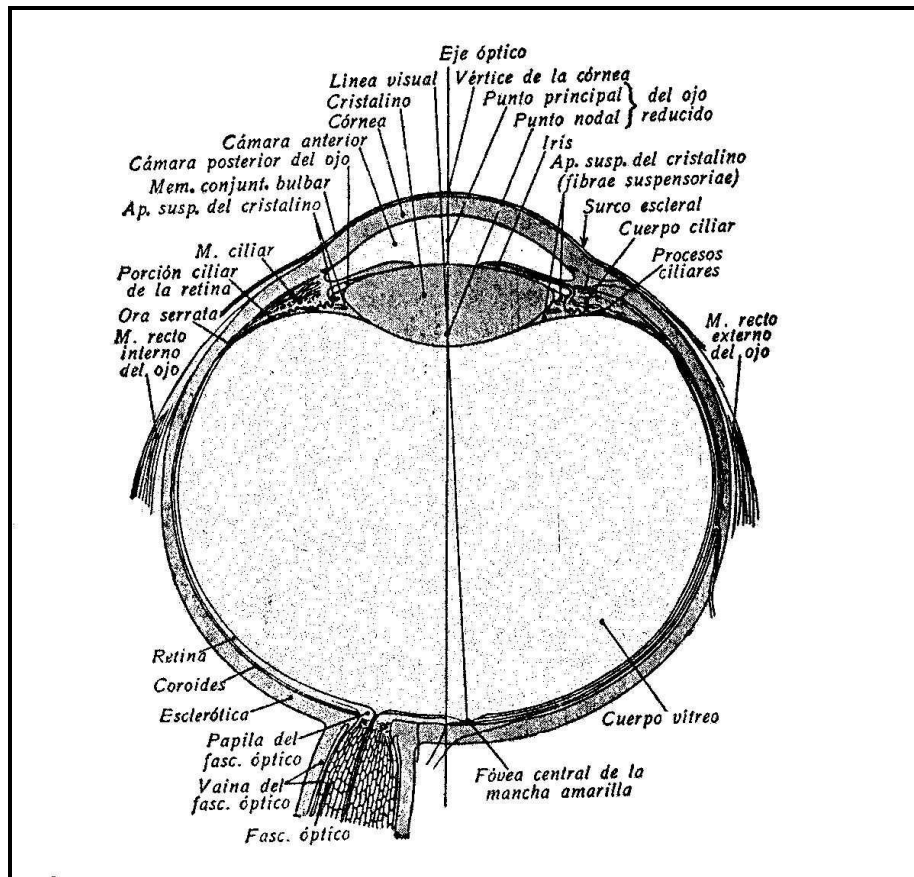
Uno de los sistemas más complejos de recepción de la información que tiene el hombre es el sistema óptico (sentido de la vista), siendo además el más utilizado de todos los sentidos.

En la *figura 13.24* se observa la sección horizontal del ojo derecho; en ella encontramos las principales partes de este.

Cada globo ocular se aloja en el interior de la correspondiente órbita; el ojo (globo ocular) es de forma ovoide con medidas medias de 23,5 mm en su eje transversal y de 25 a 26 mm en su eje anteroposterior.

Se compone de diversas envolturas superpuestas, las que, de afuera hacia adentro son:

- esclerótica (sostén),
- nívea (nutritiva), y
- retina (fotosensible).



**Figura 13.24.:** Sección horizontal del ojo derecho.

#### a- Esclerótica

Es una capa semirrígida muy resistente que sirve de sostén y protección al resto de los componentes del ojo. De naturaleza fibrosa y color blanco (opaca), cubre aproximadamente 5/6 de la parte posterior del globo ocular, y se asoma en la parte delantera visible, cubierta por los párpados.

En la parte anterior está interrumpida, dejando un hueco circular en el cual se encuentra un casquete esférico más convexo, denominado córnea.

##### a.1- Córnea:

Es transparente, formada por un tejido de variedad conjuntiva, carente de vasos sanguíneos, a lo cual debe su transparencia y al que nutre el plasma intersticial que llega hasta él. Las imágenes pasan a través de la córnea al interior del ojo.

#### b- Nívea

Esta es una capa intermedia o túnica vascular, que está dividida en:

- Coroides
- Cuerpo ciliar
- Iris.

##### b.1- Coroides:

Es la segunda envoltura en profundidad. Se encuentra debajo de la esclerótica y, al igual que ésta, también se interrumpe por delante.

Esta es la capa nutritiva del ojo, sumamente rica en vasos. Tiene, además, melanóforos o células con pigmentos que le dan su color oscuro, impidiendo el paso de la luz.

#### b.2- Cuerpo ciliar:

Es llamado así por sus numerosos y pequeños pliegues radiales. Está en la parte anterior de la coroides y es responsable del intercambio del humor acuoso. En su interior tiene el músculo ciliar, que realiza la acomodación, junto con las fibras (zónula) que parten de él.

#### b.3- Iris:

Esta membrana se denomina así por sus diversas coloraciones, las que van desde el negro al azul claro y gris, pasando por los tonos intermedios de pardo y verde en forma uniforme o a veces mezclada con zonas o partes amarillas. En las personas albinas, el iris no tiene pigmentación, por lo cual presenta un color rojizo, al atravesarlo la luz y reflejarse en el fondo del ojo

El iris tiene fibras musculares lisas, por las cuales el diámetro de la pupila varía, al igual que el diafragma de una cámara fotográfica, para regular el paso de la luz. Por ello se puede apreciar que el ojo actúa como las mejores máquinas de fotografía.

#### c- Retina:

Directamente debajo de la coroides se encuentra la retina. Con textura nerviosa, esta es una capa fotosensible, la más interna, y viene a ser una expansión del nervio óptico que tapiza el interior del globo ocular.

Está formada por varias capas nerviosas (Ver Estructura y función de la Retina), capaces de transformar los estímulos lumínicos en impulsos sensoriales por intermedio de procesos fotoquímicos.

Sus principales regiones son:

Retina ciega o mancha ciega y  
Retina visual.

##### c.1- Retina ciega o mancha ciega:

Es la parte de la retina que carece de función visual.

##### c.2- Retina visual

Es la parte sensible a los rayos lumínicos de longitud de 380 a 780 nm (onda visible).

En la parte más sensible está la región macular o fovea, y a unos 15 grados de la fovea está la pupila o mancha ciega.

En el interior del ojo están alojados medios transparentes, los que se denominan:

a- cristalino,  
b- humor acuoso y

c- humor vítreo.

a) Cristalino

Mediante un espacio (cámara) detrás de la córnea, se halla el cristalino, dividiendo el interior del ojo en dos partes o cámaras. La anterior es el espacio ya mencionado, y la posterior es mucho más grande.

La forma del cristalino es la de una lente biconvexa, estando constituido por células transparentes yuxtapuestas, y careciendo de vasos o nervios. Se mantiene en posición por medio de un ligamento suspensorio membranoso que tiene su inserción periférica en el cuerpo ciliar, llamado zónola.

Posee un índice de refracción superior al de los líquidos que se hallan en las cámaras (humor acuoso en la cámara anterior y humor vítreo en la posterior).

Delante del cristalino y en conexión con el cuerpo ciliar está la membrana denominada iris, que tiene una perforación en el centro. Esa abertura es circular y se denomina pupila; es la que permite el paso de los rayos luminosos al interior del ojo

b) Humor acuoso

Es un líquido transparente que contiene algunas sales en disolución y cantidades imponderables de albúmina (llena la cámara anterior del ojo situado entre la córnea y el iris y el cristalino.

c) Humor vítreo

Esta sustancia llena la gran cámara posterior del ojo, entre el cristalino y la retina. Es una masa transparente de consistencia gelatinosa muy refrigerante.

Entre ambos humores mantiene la tensión intraocular, de tal manera que el ojo posee cierta dureza y mantiene su forma.

Los humores son segregados por el cuerpo ciliar.

Hay además otros elementos que aún no hemos nombrado, como la conjuntiva y la glándula lagrimal.

La conjuntiva es una membrana destinada a proteger el ojo por delante. Cubre el globo ocular y, doblándose sobre sí misma, reviste la cara posterior de los párpados. Posee glándulas y vasos sanguíneos y se inflama con relativa facilidad.

La glándula lagrimal es otro importante componente del sistema. Está situada en el ángulo externo de la abertura palpebral, apoyándose en una pequeña fosa de la pared ósea de la órbita. Segrega las lágrimas, líquido incoloro que contiene casi el 90% de agua, siendo el resto sales y sustancias albuminoideas. Esta secreción constante, habitualmente pequeña en cantidad y abundante en ocasión de reflejos emotivos, baña la superficie externa de la conjuntiva a modo de lubricante, y es conducida finalmente hacia las fosas nasales por las vías lagrimales. Estas empiezan en el ángulo interno de la

abertura palpebral, junto a un abultamiento llamado carúncula. En dicho lugar se abren unos conductillos que confluyen en una especie de bolsa, el saco lagrimal, del cual sale el conducto nasal que desemboca en la cavidad del mismo nombre y del mismo lado.

Cuando estas vías se obstruyen, las lágrimas rebosan por los párpados lo mismo que en el llanto. En éste, la secreción es tan abundante que el antedicho desagüe resulta insuficiente.

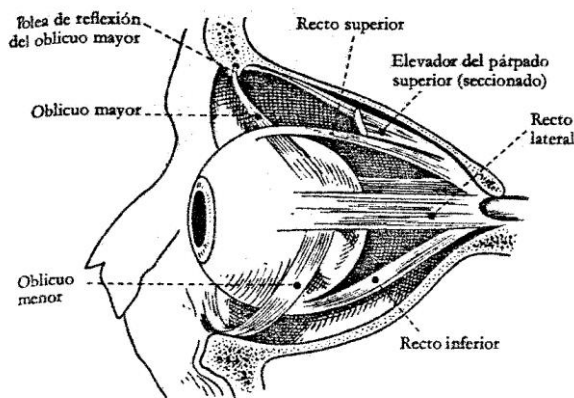
### **13.3.1.1. MUSCULOS DEL OJO**

Los ojos se mueven dentro de sus órbitas de manera que pueden dirigirse a voluntad. Esto se debe a que cada ojo posee seis músculos estriados, que se extienden desde la superficie del globo ocular hasta diversos puntos de las órbitas óseas, que hacen que el ojo pueda moverse y orientarse en distintas direcciones

Los músculos están inervados de tal manera que los ojos normalmente se mueven al unísono y enfocando la misma zona.

Cuatro de los músculos son rectos, y los restantes dos, oblicuos. Los rectos son interno y externo, mueven el ojo en dirección horizontal. Los rectos superior e inferior mueven los ojos en sentido vertical, mientras que los oblicuos cumplen funciones secundarias, con los cuales todos los movimientos que efectúa el ojo son realizados por acción combinada de distintos músculos.

Además, en el espacio comprendido entre el globo ocular y la pared ósea, junto a los músculos, hay abundante cantidad de grasa. Cuando ésta disminuye, en casos de gran adelgazamiento general del individuo, los ojos se "hundén" en sus órbitas.

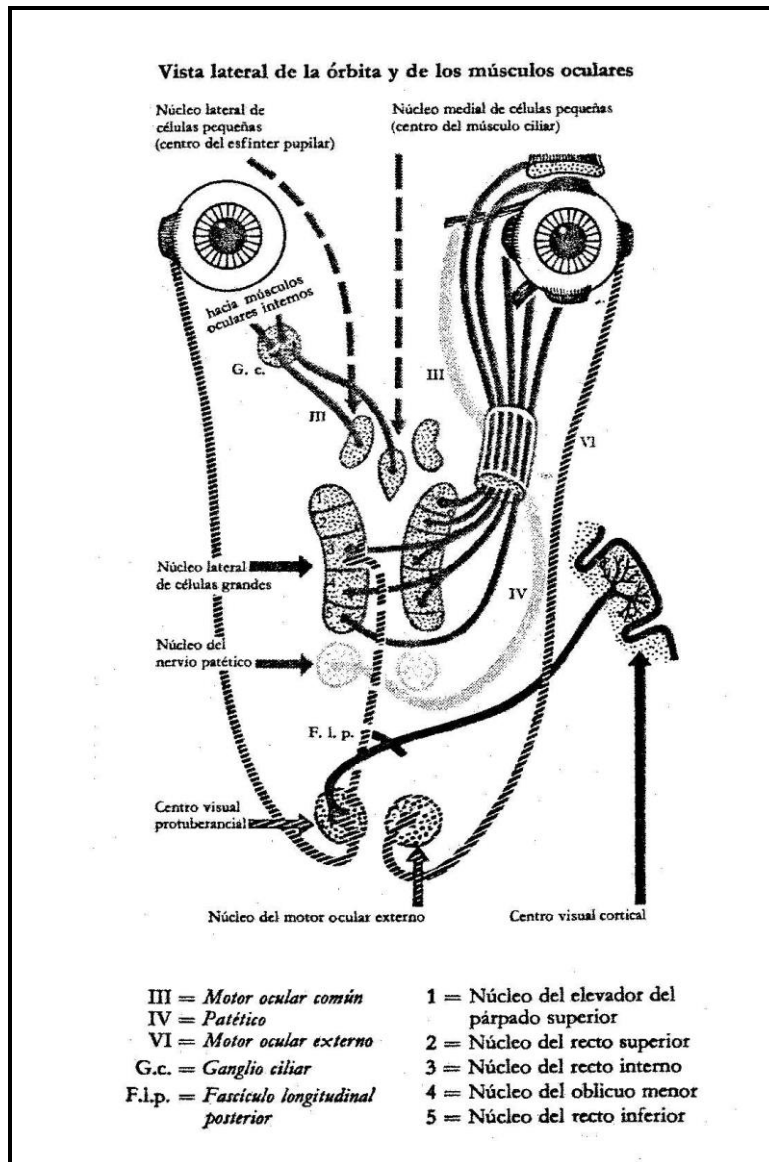


Músculo	Nervio	Acción en el plano horizontal	Acción en el plano vertical	Rotación
Recto interno	III	Aducción	-	-
Recto externo	VI	Abducción	-	-
Recto superior (ojo derecho)	III	Aducción	Elevación	En el sentido contrario a las agujas del reloj
Recto inferior (ojo interno)	III	Aducción	Descenso	En el sentido de las agujas del reloj
Oblicuo mayor (ojo izquierdo)	IV	Abducción	Descenso	En el sentido contrario a las agujas del reloj
Oblicuo menor (ojo izquierdo)	III	Aducción	Elevación	En el sentido de las agujas del reloj

Sería superfluo insistir acerca de los párpados y pestañas, protectores del ojo suficientemente conocidos

P. D. Alfred Huber, Dr. Med. , de la clínica de oftalmología de la Universidad de Zurich (Director: Prof. Marc Amsler)

**Figura 13.25.:** Vista lateral de la órbita y los músculos.

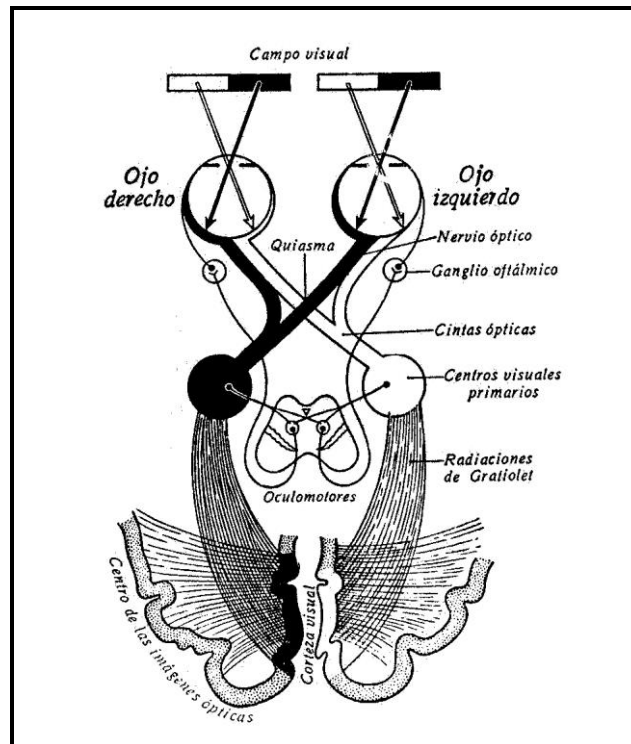


**Figura 13.26.:** Inervación de los músculos oculares (Según Biog. R Gabira and Auge)

### 13.3.1.2. COMUNICACIÓN DEL OJO CON EL CEREBRO

El ojo comunica con el cerebro a través del nervio óptico, que pasa por la parte posterior de la esclerótica y las coroides. Si se atiende al desarrollo embrionario, el nervio óptico junto con la retina no es más que una prolongación del cerebro anterior primitivo, el cual se elonga en forma de vesícula, de manera que uno y otra pueden considerarse como formaciones cerebrales dirigidas hacia el exterior para captar los estímulos luminosos. Las vías ópticas tienen sus neuronas periféricas en la retina, y, pasando por el nervio, las fibras sensitivas centrípetas recorren un trayecto extracerebral, primero, e intracerebral, después. Ambos nervios ópticos se dirigen desde cada ojo hacia la porción media de la base del cerebro, donde forman un quiasma con aspecto de una X; en este lugar se entrecruzan algunas de sus fibras pasando a la izquierda las del nervio óptico derecho y viceversa. Las ramas posteriores del quiasma son las cintillas ópticas que penetran en el cerebro, comenzando entonces las fibras nerviosas su trayecto intracerebral. Se dirigen hacia unos núcleos grises situados en la parte posterior de los

tálamos y allí se establecen conexiones con nuevas neuronas que terminan en la corteza del lóbulo posterior del cerebro (*figura 13.27.*).



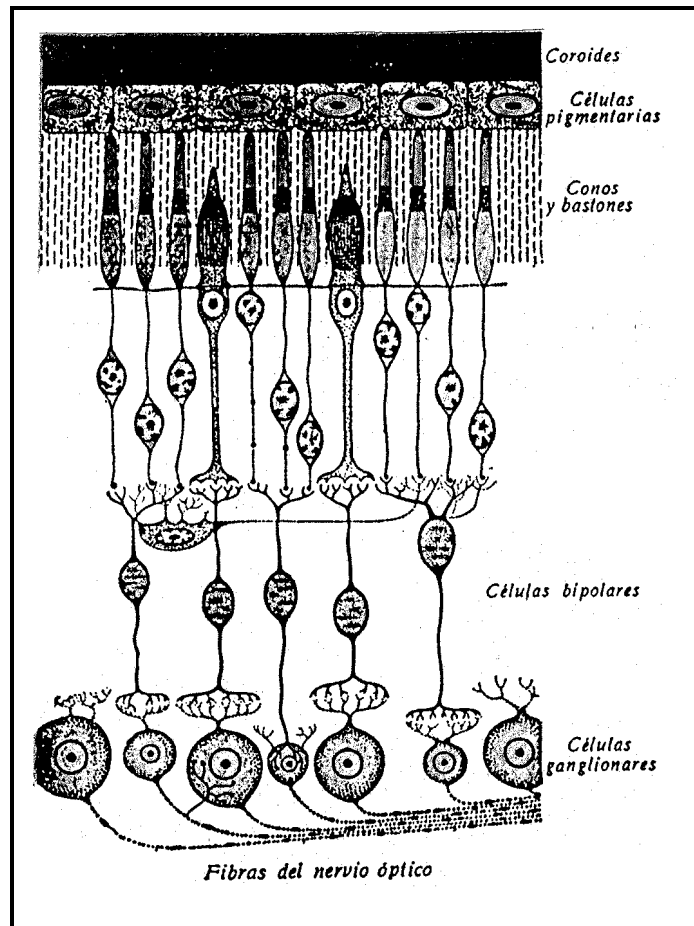
**Figura 13.27.:** Trayecto de las vías ópticas (Según Bing)

### **13. 3.1.3. ESTRUCTURA Y FUNCION DE LA RETINA**

La retina es una membrana, destinada a recibir la luz que penetra al ojo, en otras palabras, es la única parte fotosensible del ojo.

Posee un espesor aproximadamente de medio milímetro, y en ella se encuentran tres células nerviosas ordenadas en tres capas superpuestas, conectadas entre sí por medio de expansiones desprovistas de mielina.





**Figura 13.28:** Estructura microscópica de la retina. (Según AMBERSON Y SMITH).

Las fibras no adquieren dicha envoltura hasta que pasan reunidas al nervio óptico, el cual contiene poco más o menos un millón de aquellas. La retina viva es transparente y ello es necesario, puesto que las células sensoriales son, precisamente, las que ocupan la capa más profunda. No todas ellas son iguales, sino que las distingue en conos y bastones, siendo estos más numerosos que los primeros. Su longitud varía entre las dos y las tres micras.

Se estima que un ojo posee aproximadamente 125 millones de bastoncillos y 6,5 millones de conos. Además la retina contiene muchas otras neuronas rencitivas y conectadas con sus exones (prolongación filiforme de las células nerviosas que establecen contacto entre las mismas mediante ramificaciones terminales).

Las células receptoras están en la parte más externa de la retina, por lo que la luz debe atravesar varias capas de neuronas.

Conos y bastones se hallan desigualmente repartidos. En el polo posterior del globo ocular existe una pequeña formación ovalada que, a causa de su color, ha recibido el nombre de **mancha amarilla**. Mide de 1 m.m. a 1 ½ m.m. en su eje vertical, y de 2 a 3 m.m. en el transversal. Algo deprimida en el centro, forma allí la **fovea centralis**. Pues bien, en este último lugar de la retina únicamente existen conos en número de unos 150.000. Los bastones en cambio comienzan en número escaso alrededor de la fovea,

para ir aumentando progresivamente con la distancia a la misma, hasta que los conos desaparecen por completo.

La pequeña porción de la retina correspondiente a la fovea es el lugar adecuado para que la imagen produzca una percepción lo más perfecta posible del objeto que se mira, y ello depende de varias circunstancias. En primer lugar, es por la estructura de la propia retina, según puede apreciarse en el antes citado esquema de la figura anterior. Nótese que las conexiones interneuronales establecen una vía nerviosa independiente para la excitación recibida por cada cono, mientras que, de ordinario, son tres los bastones conectados con una sola neurona de la segunda fila, lo que constituye una reducción de las vías ópticas. Esto ya explica que la visión obtenida por medio de los bastones sea menos precisa. En efecto, cuando se trata de distinguir dos puntos muy próximos entre sí, es necesario que impresionen no ya dos vías contiguas, sino que por los menos, una tercera, no afectada por idéntica sensación, se interponga entre aquellas.

Si por ejemplo, las imágenes de los dos citados puntos se proyectan sobre dos conos adyacentes, la sensación es de un punto único; para percibir los dos puntos separados es necesario que dichos dos conos también lo estén, por existir entre ellos otra u otras células sensoriales. Pero si las imágenes se proyectan sobre bastones, no bastan dos elementos separados por un tercero cuando los tres se conectan con una misma neurona de la segunda fila, sino que es menester mayor espacio intermedio entre las neuronas afectadas por la imágenes puntiformes; para percibir la discontinuidad, debe quedar entre estas últimas una célula no excitada, y ésta no corresponde a los bastones, sino a las repetidas neuronas de la segunda fila; y dicho está que en la fovea todos los elementos sensoriales son conos con vía única y propia. Esto aparte, se comprende que para distinguir puntos separados éstos deberán estarlo tanto más cuanto mayor sea la distancia a que se hallan del ojo. El comprobarlo está al alcance de cualquiera; márquense dos puntos muy cercanos en un papel que se halle a unos 20 cm. de los ojos; aléjese poco a poco y se comprobará que, a partir de cierta distancia, sólo se percibe un solo punto. De igual manera, vistas de cerca las grandes ampliaciones fotográficas, aparecen compuestas por multitud de puntos negros y grises; pero alejándolas, estos dejan de verse aislados y se confunden dando la impresión de superficies más o menos oscuras.

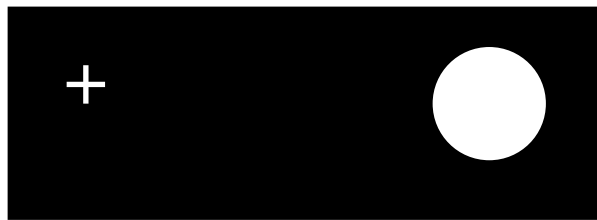
Además de las referidas condiciones visuales inherentes a la estructura retiniana, la fovea es el lugar más adecuado para la visión precisa, porque la parte de la corteza cerebral donde terminan las fibras que de allí proceden es mucho más extensa que la correspondiente a cualquier otra área de igual tamaño de la retina. De todo ello proviene la agudeza visual ó (ver) que los vertebrados poseen en grado máximo, pues los demás animales carecen de las mentadas condiciones en la organización de sus aparatos visuales.

No es inconveniente para ello la pequeñez de la fovea; antes bien, ayuda a centrar la atención en un campo visual muy limitado, donde destacan con mayor precisión los objetos a que dirigimos la mirada, y alrededor del cual las imágenes resultan cada vez menos distintas, ya que, a medida que éstas se proyectan más lejos de la fovea encuentran en la retina mayor número de bastones y menor número de conos.

Existe un lugar en la retina que carece por completo de células sensoriales y por tanto, no es apto para la visión: es el punto ciego, que corresponde a la implantación del

nervio óptico en el globo ocular. En este sitio no hay más que fibras nerviosas no estimulables por la luz. Esta formación, en conjunto se designa con el nombre de papila, y por ella penetran también los vasos sanguíneos nutricios que se distribuyen que se distribuyen por la retina. Se halla a unos 4 mm de distancia de la fovea, hacia el lado nasal. Todo el fondo del ojo se puede observar a través del sistema dióptrico valiéndose de un oftalmoscopio, ingenioso aparato provisto de un dispositivo especial de iluminación, ideado por Helmholtz, perfeccionado después, precioso auxiliar de los médicos oculistas.

Resulta sumamente fácil demostrar la existencia del punto ciego. Cerrando el ojo izquierdo, céntrese con el derecho la mirada en la cruz de la *figura 13.29*.



**Figura 13.29.** Figura para demostrar la existencia del punto ciego.

Tan pronto como éste se halle a unos 20 ó 25 cm. de distancia del papel, desaparece el círculo, porque se proyecta, precisamente entonces, sobre el referido punto. Para que el círculo reaparezca en el campo visual, basta con desviar un poco la mirada de la cruz o variar la distancia que existe entre el papel y el ojo.

La luz estimula los conos y bastones originando reacciones fotoquímicas que se verifican merced a unos pigmentos localizados en los extremos de las células sensoriales. Aunque en realidad, los pigmentos son varios, se les asigna el nombre colectivo de púrpura visual, y la vitamina A y una proteína (la púrpura visual se llama rodopsina y la proteína opsina) intervienen activamente en su formación

Cuando la luz incide sobre los bastones, la energía lumínica degrada químicamente la púrpura visual, que se transforma en amarillo visual (llamado resinero adherido de la vitamina A)

Cada cuanto de luz que entra en la retina causa la descomposición de una molécula de púrpura visual, que estimula a un bastón (para percibir la luz se debe excitar simultáneamente entre seis y diez bastones; sin luz en oscuridad el amarillo visual se sintetiza en púrpura visual estando en condición de ser estimulado nuevamente).

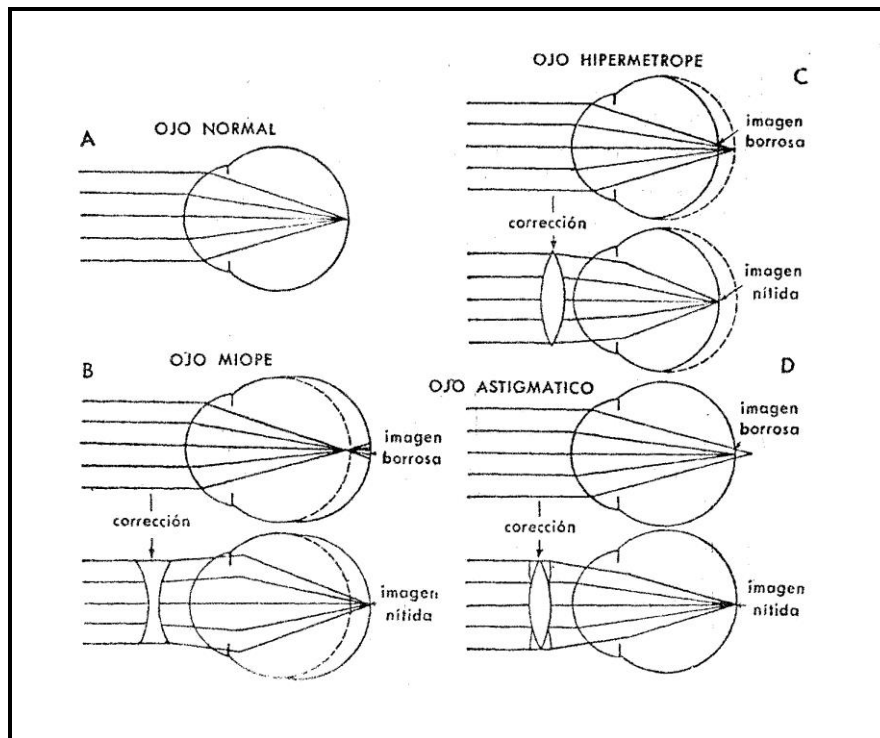
Luego de 30 a 60 minutos (según la persona) de estar en la oscuridad el ojo se adapta y es mucho más sensible (aproximadamente mil veces) que en plena luz.

Los bastones no actúan en la luz intensa pues una gran parte de la púrpura visual se transforma a amarillo visual y permanece así durante toda la exposición, pero en la oscuridad el amarillo visual se convierte en púrpura visual, alcanzando el ojo su máxima sensibilidad. Esta es la razón por la cual las personas que trabajan con poca luz o en la oscuridad, se le recomienda usar lentes rojos para ir adaptándolos en la luz intensa, para cuando se inicie la tarea.

### 13.3.2. FORMACION DE LA IMAGEN

El ojo, ópticamente considerado, es una cámara oscura. La córnea y el cristalino constituyen un sistema dióptrico centrado, en el que la primera es la lente principal. Después de atravesarla, los rayos luminosos convergen hacia su foco; pero interponiéndose el cristalino cuya curvatura varía, la imagen invertida se enfoca precisamente sobre la retina (*figuras 13.30. y 13.31.*).

La cámara	El ojo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Consta de un cuerpo rígido con un lente en su parte delantera y una placa que absorbe la luz en su interior.</li> <li>2. Objetivo resguardado por un parasol.</li> <li>3. Capuchón protector del objetivo y elemento para limpiarlo.</li> <li>4. Dispositivo de regulación para pequeñas o grandes distancias.</li> <li>5. Diafragma que cerramos o abrimos regulando la cantidad de luz que ingresa.</li> <li>6. Film sensible a las diferentes longitudes de onda e intensidades.</li> <li>7. Regulador de las intensidades de la luz, para sobreexposición o escasez de la misma (además del diafragma).</li> <li>8. Film para luz de día o luz artificial, adaptación a las longitudes de onda predominantes según la fuente de luz.</li> <li>9. Imagen estereoscópica, dos vistas que se funden en una sola tridimensional a través de un visor estéreo (en cámaras especiales)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Consta de la escleroides, membrana dura del ojo, con la córnea y el cristalino en la parte delantera y en el interior la coroides ennegrecida por un pigmento.</li> <li>2. El ojo en su cavidad protegido por las cejas y pestañas en el párpado.</li> <li>3. El párpado y las lágrimas que limpian el ojo.</li> <li>4. Curvatura más o menos acentuada del cristalino: acomodación del ojo.</li> <li>5. El iris, que regula el tamaño de la pupila.</li> <li>6. La retina con su sensibilidad a las ondas cortas, medias y largas.</li> <li>7. Adaptación de la retina a la claridad por su sistema de reducción de sensibilidad.</li> <li>8. Adaptación a las longitudes de onda dominantes de la fuente de luz, adaptación al color de la luz.</li> <li>9. Imagen estereoscópica por dos vistas diferentes (visión binocular) fusionada en una sola imagen estereoscópica en el centro de percepción visual.</li> </ol>
<p>Figura 13.30.-</p> <p>Diagrama de una cámara oscura que muestra la trayectoria de un haz de luz desde el objetivo, pasando por un diafragma y una película sensible. Las etiquetas incluyen: PROTECTOR OBJETIVO, DIAFRAGMA, PELICULA, PARASOL, LENTES, OBJETIVO, HAZ DE LUZ.</p>	<p>Figura 13.31.-</p> <p>Diagrama anatómico del ojo humano que muestra la estructura interna y la formación de la imagen en la retina. Las etiquetas incluyen: músculo ciliar, iris, humor acuoso, cristalino, humor vitreo, esclerótica, coroides, retina, fovea, pupila, nervio óptico, conjuntiva, ligamento suspensorio, córnea, pupila, rayos luminosos, eje óptico, pupila.</p>



**Figura 14.32.:** Esquema que ilustra los defectos usuales del ojo humano. A, Ojo normal, en el cual los rayos luminosos paralelos que provienen de un punto del espacio convergen formando un punto en la retina. B, Ojo miope, en el cual el globo ocular está alargado, de modo que los rayos luminosos paralelos convergen formando un punto por delante de la retina (sobre la línea de puntos, que representa la posición de la retina en el ojo normal), y dan lugar, por lo tanto, a una imagen borrosa sobre la retina. Este defecto se corrige colocando una lente cóncava delante del ojo, que hace divergir los rayos de tal manera que el ojo puede enfocarlos sobre la retina. C Ojo hipermetrope, en el cual el globo ocular es demasiado corto, y los rayos convergen por detrás de la retina. Una lente convexa los hace converger de modo tal que el ojo los enfoca sobre la retina. D, Ojo astigmático, en el cual los rayos luminosos que pasan por una parte del ojo convergen sobre la retina, mientras que los que pasan por otra zona, no lo hacen, debido a la curvatura desigual del cristalino o de la córnea. Una lente cilíndrica corrige este defecto, pues desvía solamente los rayos que pasan por ciertas partes del ojo. (HUNTER y HUNTER, College Zoology.)

Lo notable del caso es que, a pesar de la inversión de la imagen proyectada sobre la capa sensible, vemos los objetos en la misma posición que ocupan en el espacio, como si la imagen fuese directa. Ningún mecanismo de origen físico explica esta rectificación. Las fibras nerviosas que llegan a la corteza del lóbulo occipital del cerebro conservan la misma disposición que tienen en la retina.

Parece pues, que debiéramos ver los objetos conforme a la imagen que de ellos da el sistema óptico; y sin embargo, no es así. La explicación debe ser psicológica; ya desde la primera infancia se aprende a rectificar la imagen.

Probablemente, en lo fisiológico intervienen otras áreas cerebrales próximas a la óptica y reunidas a ésta mediante fibras de asociación.

En la visión lejana inciden en la córnea rayos luminosos paralelos, mientras que en la próxima éstos son divergentes. El paso de una visión a otra se efectúa merced al poder

de acomodación del ojo (ver 13.3.6.2). Cuando los rayos incidentes son paralelos, la imagen se forma exacta y nítidamente en la retina: el ojo es entonces como una cámara fotográfica enfocada al infinito, y se tiene la visión distinta. Más siempre que llegan rayos divergentes, el lugar propio de la imagen cae por detrás de la retina y la visión es confusa. Esto origina un estímulo retiniano que determina la contracción refleja por vía vegetativa de las fibras del músculo ciliar, que son lisas; aumenta la curvatura del cristalino y el foco se aproxima a la lente, hasta el momento en que la imagen se forma distintamente sobre la retina.

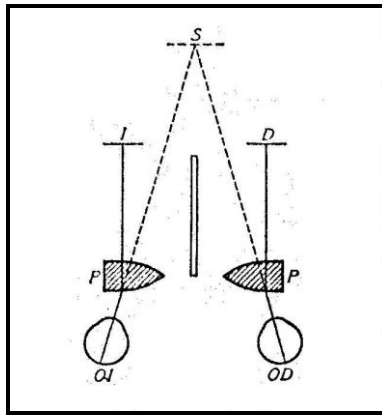
Para lograr visión distinta con rayos incidentes paralelos, es indispensable que tanto el poder de convergencia del sistema dióptrico como la distancia entre cristalino y retina sean los adecuados o normales. En tal caso, se dice que el ojo es emétrepe. Pero en cuanto aparecen trastornos de refringencia o cambia de modo permanente la forma o tamaño del globo ocular, variando la distancia entre el fondo de éste y el cristalino, la visión es imperfecta (ver **figura 13.32.**). Si el globo se alarga o si aumenta la convergencia de los rayos, la imagen se sitúa delante de la retina y el ojo es miope o, lo que es lo mismo, braquimétrepe. Si se dan las circunstancias contrarias, la imagen se forma detrás de la retina y el ojo es hiperométrepe. En lenguaje corriente se habla entonces de "presbicia" o "vista cansada", porque esto es lo que suele ocurrir en edad avanzada. Se comprende que para corregir la miope a se usen lentes divergentes, y para la hipermetropía sean necesarias las convergentes. Con el nombre de astigmatismo se conoce otro defecto de la visión, que depende de la desigual curvatura del ojo en sus diversas secciones meridianas. Entonces la acomodación no es simultánea para las líneas verticales, horizontales e inclinadas que se hallan situadas en un mismo plano frontal, de lo que resultan imágenes también imperfectas, esta anomalía a se corrige mediante lentes cilíndricas.

Debido a la separación entre ambos ojos se forman imágenes desiguales en cada retina, lo que proporciona la impresión de relieve y permite apreciar la distancia de los objetos mucho mejor que cuando se mira con un solo ojo. La variación del campo visual del ser humano con ambos ojos es de:

- En forma vertical de - 55° hasta + 65 es decir 120°.
- En forma horizontal de - 100° hasta + 100° es decir 200°.

La visión binocular es, por tanto, estereoscópica; y la sensación es única porque las imágenes se forman en puntos correspondientes de ambas retinas. Esta propiedad se aplica a la fotografía, obteniendo mediante una cámara con dos objetivos, tras tantas imágenes planas y desiguales equivalente a las retinianas.

Observando luego en un estereoscopio cada imagen con un solo ojo por separado, si la visión es simultánea en ambos, se reproduce artificialmente el relieve.

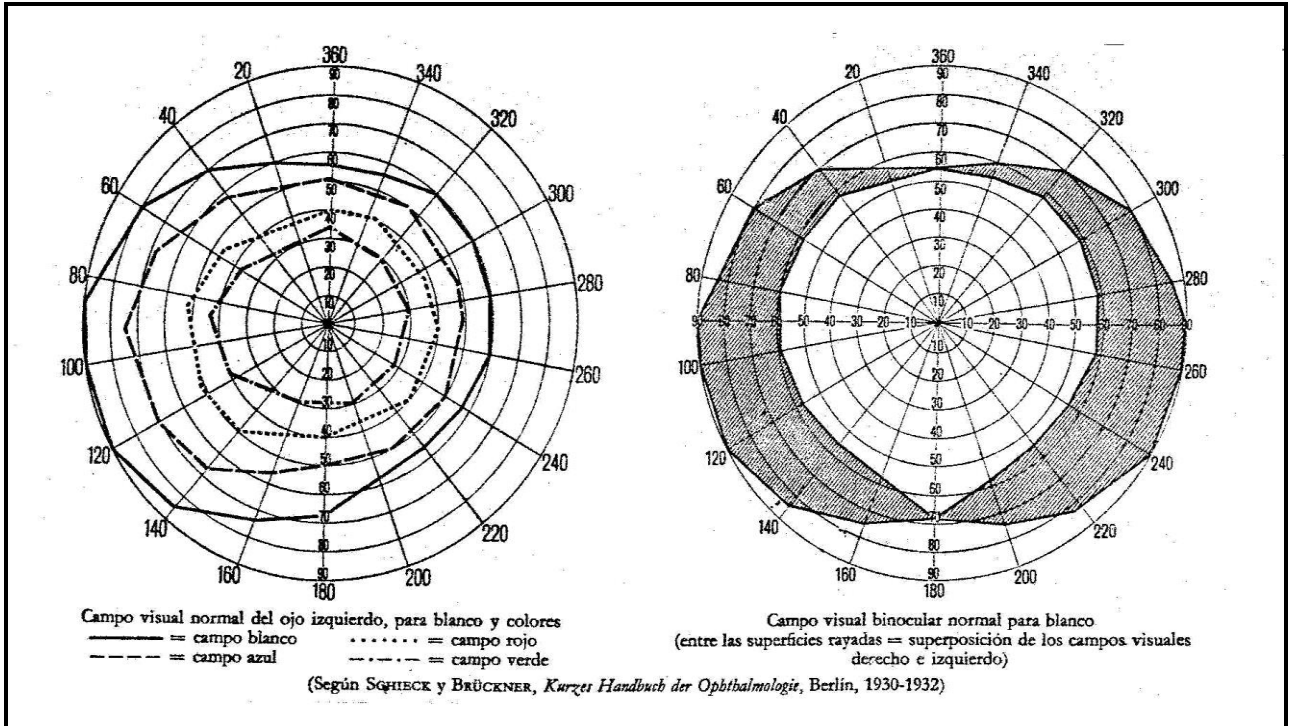


**Figura 13.33.:** Estereoscopio de BREWSTER.

I: imagen izquierda; D: imagen derecha; OI: ojo izquierdo; OD: ojo derecho; P: prismas; S: imagen en relieve por superposición de las imágenes I y D.

La percepción de una sola imagen en la visión binocular se logra, asimismo, cuando el eje de uno o de los dos ojos está permanentemente desviado, como acontece en el estrabismo. Entonces las imágenes retinianas no se forman en puntos equivalentes, pero el hábito corrige las consecuencias de este defecto excluyendo una de las dos imágenes, y los individuos afectados no ven doble, como pudiera suponerse después de la lectura de lo que antecede.

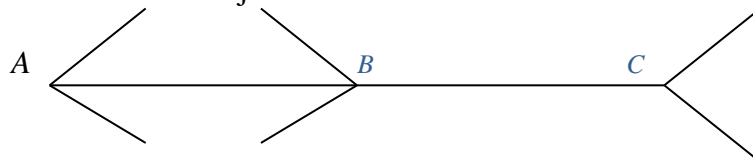
Excepto los primates, o sea el hombre y los monos, los animales vertebrados no están dotados de visión estereoscópica, ya que tienen los ojos situados en los lados de la cabeza y no se superponen bastante los campos visuales del derecho y del izquierdo. Más para que la visión binocular sea perfecta es menester que la separación de los ojos corresponda a unas determinadas superposiciones visuales de sus campos.



**Figura 13.34.:** Campo de la visión binocular. Línea gruesa. Contorno del campo visual del ojo derecho y contorno del campo visual del ojo izquierdo. La porción sombreada corresponde al área en que no se superponen los campos de ambos ojos.

Y en esto el hombre es quien reúne las condiciones óptimas, pues también perjudica el que los globos oculares se hallen demasiado próximos entre sí, como ocurre en el orangután.

No se crea, sin embargo, que mirando con un solo ojo desaparezca por completo la percepción de profundidad. Esta se logra por experiencia empírica, a partir de datos tales como el tamaño de los objetos que parecen empequeñecer cuando se alejan; y, entre otros factores también intervienen las sombras y la perspectiva, con efectos semejantes a los que producen en un dibujo.

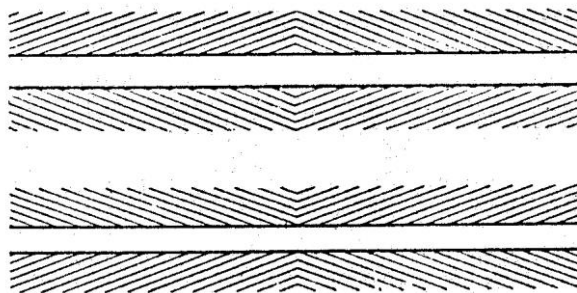


**Figura 13.35.:** Figura de MULLER-LYER que produce una ilusión óptica.

La percepción espacial, como fenómeno subjetivo, induce con frecuencia a errores de juicio que se manifiestan de un modo muy claro en las ilusiones ópticas. Véanse un par de ejemplos. En la horizontal de la **figura 13.35**, donde  $AB = BC$ , a causa de las dos líneas oblicuas que interfieren en cada uno de estos tres puntos, el observador tiene la impresión de que la longitud  $AB$  es menor que la  $BC$ , y también por el trazado de dos sistemas de líneas oblicuas convergentes y divergentes, parece en la **figura 13.36** que



las dos líneas horizontales de trazo grueso no son paralelas. Otros muchos y curiosos casos podrían añadirse a los citados. Pero el estudio e interpretación de estas ilusiones compete más a la Psicología experimental que a la Fisiología propiamente dicha.



**Figura 13.36.:** Figura de HERING que produce una ilusión óptica.

### **13.3.3. PERCEPCION DE LA INTENSIDAD DE LA LUZ**

Por acto reflejo, el iris regula automáticamente la cantidad de luz que penetra en el ojo. Cuando la luz exterior es mucha, la pupila se contrae, y cuando es poca, se dilata: movimientos de miosis, y de midriasis respectivamente. Pero la sensación misma que nos permite apreciar la intensidad luminica depende, a la vez que, del excitante, de la cantidad de púrpura visual disponible para las reacciones fotoquímicas que aquél determina. Los bastones poseen más pigmento que los conos y por tanto, son más aptos para recibir impresiones de esta índole, mientras los conos lo son más para dar idea de las formas. Sabido es que unas aves son diurnas y otras nocturnas, y la diferencia óptica depende precisamente de la abundancia de unas u otras células sensoriales en su retina. Las aves diurnas poseen muchos conos y pocos bastones; por eso necesitan mucha luz para ver bien. En las nocturnas ocurre lo contrario, y la mucha luz es inconveniente para ellas.

Poca iluminación basta para que podamos ver con mayor o menor nitidez los objetos que nos rodean. Aun en las noches más cerradas, es suficiente la tenue luz del firmamento que atraviesa las nubes para que un sujeto normal no quede completamente a ciegas. Sin embargo, ciertas personas dejan ya de ver a la luz crepuscular: son las afectas de hemeralopia o ceguera nocturna. Esto ocurre cuando se ingiere cantidad demasiado escasa de vitamina A, o cuando, sin ser esta deficiente, no actúa como conviene en la formación de la púrpura visual.

Por ser de naturaleza química, las reacciones de la púrpura visual no cesan instantáneamente a hacerlo el excitante luminoso, sino que se prolongan durante breve tiempo. Esta es la causa de que, al apagarse súbitamente una luz, sigamos viéndola tanto más largo tiempo cuanto más intensa era y cuanto más tiempo actuó, hasta llegar a los límites de una excitación máxima, para los que la respuesta también lo es en duración. Tal fenómeno es denominado persistencia de las imágenes o inercia de la retina. En este fenómeno se basa el cinematógrafo, el cual consiste en una serie de imágenes discontinuas que se suceden con rapidez.

Otro fenómeno interesante es la adaptación a diferentes intensidades luminosas, (ver 13.3.6.1.). Cuando pasamos de un sitio muy iluminado a otro con poca luz, se anula la visión, y deben transcurrir algunos minutos antes de que se restablezca; y si el cambio es en condiciones opuestas, quedamos "deslumbrados": la mucha luz resulta sumamente molesta y nos vemos obligados a cerrar los ojos hasta habernos adaptado. La explicación es como sigue: con gran intensidad luminosa se consume mucha púrpura visual, que debe renovarse constantemente; y al pasar de un lugar muy iluminado a otro más oscuro, la cantidad de pigmento retiniano resulta escasa para reaccionar frente a un estímulo débil siendo menester esperar a que se renueve. Lo contrario ocurre en el segundo caso; con luz débil reacciona poca púrpura y queda disponible gran cantidad de ella. Entonces, si súbitamente actúa una iluminación intensa, las reacciones retinianas y, por lo mismo, la sensación, adquieren una intensidad desusada, y por tanto, molesta

Queda, finalmente por citar la luz propia de la retina. Cerrando los ojos en lugar oscuro donde la luz no sea bastante para atravesar los párpados, se ven puntos brillantes que dan la impresión de apagarse y encenderse. Esta luz propia se debe a excitaciones mecánicas de la púrpura, producidas por la presión de los vasos sanguíneos.

#### **13.3.4. PERCEPCION DE LOS COLORES**

Se ha demostrado que la respuesta sensorial, diversa según las diferentes longitudes de onda, circunstancia indispensable para que se produzca la percepción cromática, es función privativa de los conos, (Los bastoncillos son sensibles a la luz, y los conos son sensibles al color), por lo cual la fóvea es el lugar de la retina donde con mayor intensidad se perciben estas sensaciones, ya que allí es donde dichas células se encuentran en mayor número a igualdad de superficie. Pero, salvo cuando la luz es monocromática, la sensación que se percibe no corresponde siempre a las longitudes de onda de los rayos incidentes, sino que el fenómeno es más complicado y no se limita a reproducir perceptivamente las mezclas que dan tonalidades intermedias. En efecto, ciertos colores se neutralizan mutuamente cuando excitan la retina al mismo tiempo, dando la impresión de luz incolora. Existen varios pares de tales colores complementarios, como son las mezclas de violado y amarillo, verde azulado y rojo, etc. No hay explicación física satisfactoria para el citado fenómeno. ¿Por qué se neutralizan dos longitudes de onda determinadas y otras no? Ciertas reacciones fotoquímicas proporcionan, sin embargo, datos de indudable interés, ya que existen cuerpos químicos que se comportan de modo distinto, según se hallen sometidos a longitudes de onda largas o cortas. Por ejemplo la luz violada retarda la oxidación del sulfato sódico, en tanto que la rojoamarillenta la acelera; y algo parecido puede acontecer en el organismo vivo.

La púrpura visual no es un pigmento único, sino que se conocen variedades de la misma. Desde luego, se sabe que la composición de la que recubre los bastones difiere de la que tapiza los conos, y aun en estos últimos se reconocen tres distintas sustancias fotosensibles: una para el rojo, otra para el verde y una tercera para el violado. De esta manera el órgano sensorial mismo es capaz de revelar por separadas diferentes frecuencias en la vibración de la luz. Más ¿en qué difieren los impulsos nerviosos que deben ser diversos, pues las sensaciones lo son?. En realidad, este es un detalle ignorado pese a las explicaciones teóricas propuestas.

De acuerdo con la hipótesis de Hering, según sea la longitud de onda, la luz ejerce acción asimiladora o desasimiladora sobre la retina; y ambas acciones se anulan en el caso de ser ésta excitada simultáneamente por dos colores complementarios, aboliéndose entonces las reacciones fotoquímicas y quedando únicamente la impresión de luminosidad con ausencia de toda sensación cromática, como si la luz incidente fuese blanca. Esta teoría, llamada de los colores contrarios, supone tres sustancias visuales en la retina: rojo-verde, amarillo-azul y blanco-negra. Si el efecto fotoquímico es de asimilación, se manifiestan las sensaciones de rojo o de amarillo, según la frecuencia ondulatoria de la luz y la sustancia que por ella reacciona; y cuando predominan los procesos de desasimilación, resultan las sensaciones de verde o azul. La tercera sustancia es sensible a todas las longitudes de onda, e interviene variando la claridad de cualquier percepción cromática.

No obstante, en último término, la percepción radica en la corteza cerebral, según lo demuestra el sencillo experimento siguiente. Observando una tela o un papel blancos, a través de un vidrio azul oscuro amarillo, el color percibido es el del medio transparente interpuesto.

Pero si se coloca un vidrio azul ante el ojo derecho y otro amarillo ante el izquierdo o viceversa, el fondo aparece blanco, a pesar de que la excitación ha sido distinta y única en cada ojo como se comprueba cerrando los alternativamente y notando que entonces reaparece el color correspondiente al vidrio a través del cual se mira. Por tanto, en este caso, la mezcla de los colores complementarios no ocurre en la retina, sino que la neutralización se ha verificado en el área visual del cerebro.

Por sus propiedades, se distinguen cuatro colores primarios: rojo, anaranjado, verde y azul. Los tres restantes tienen carácter de mezclas. El anaranjado se obtiene mezclando rojo con amarillo, y el violeta resulta de la combinación de rojo y azul. Físicamente, el espectro solar visible es continuo en sucesión ininterrumpida de longitudes de onda crecientes a partir del rojo. Ahora bien, la noción de los colores primarios es puramente subjetiva y sus denominaciones aluden muchas veces a referencias arbitrarias y vulgares. Así, el nombre de anaranjado se adoptó por comparación con el color de un fruto y el de violeta o violado por ser característico de una flor.

En relación con las hipotéticas energías específicas de los centros sensoriales (recuerde lo dicho en las generalidades de este mismo capítulo), cabe pensar que existen en el cerebro centros distintos para la percepción de cada uno de los cuatro colores primarios. No obstante, parece que éstos no son equivalentes, pues si bien no hay mezcla alguna de la que resulten rojo, verde o azul, combinando el rojo con el verde se obtiene amarillo. Según esto, los colores fundamentales serán sólo tres, quedando excluido el último de los citados. Antes de conocerse las células sensitivas y las sustancias fotosensibles, casi siglo y medio atrás, Young formuló una hipótesis que concuerda, en líneas generales, con hechos posteriormente comprobados. Supuso que debían de existir tres diferentes clases de receptores en la retina, cada uno de ellos más sensible a un determinado color fundamental que los demás, de tal manera que la recepción definitiva resultaría a partir de tres sensaciones casi independientes. A pesar del tiempo transcurrido y de las modificaciones que desde Helmholtz acá han sido propuestas, el fundamento de la teoría de Young continúa siendo aceptado por muchos como la más sencilla y satisfactoria explicación.

Si la percepción cromática única procede de la recomposición de tres sensaciones diferentes, infiere que el sentido de la vista no es analítico como el oído, pues el primero ignora, siendo así que el segundo discrimina los sonidos que intervienen en un acorde. Los pintores saben muy bien que una misma coloración puede obtenerse de varias maneras con distintas mezclas. Ahora bien, como compaginar las doctrinas de los cuatro colores primarios y de los tres fundamentales?. Si la retina sólo es directamente sensible a los últimos, que significan los primeros?. En esto andan todavía las escuelas en discordia, y mientras los partidarios de la teoría tetracrómica afirman que el amarillo resultante de la mezcla de rojo y verde no es color por completo saturado, o dicho de otro modo, la luz que refleja no es del todo monocromática, los adeptos de la doctrina de los tres colores fundamentales sostienen que aquella otra no se aviene con ciertas manifestaciones de la acromatopsia, anómala a visual que consiste en dejar de percibir algunos colores, en especial el rojo y el verde.

Ni faltan quienes, como v. Kries y sus seguidores, tratan de combinar las dos anteriores doctrinas, admitiendo una sensación tricrómica más periférica y otra tetracrómica más central.

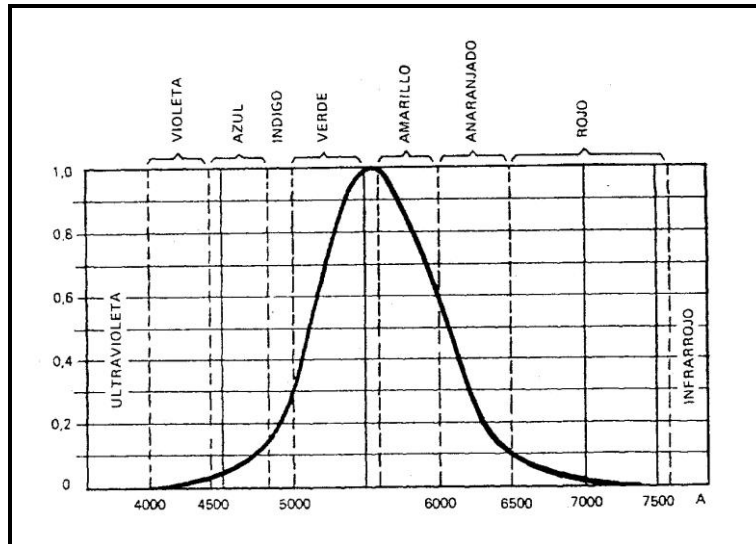
Para el físico que analiza las propiedades de la luz en si misma, el negro no es un color, sino ausencia de toda luminosidad, y llama cuerpo negro al que absorbe todos los rayos luminosos sin reflejar ninguno, si bien esta condición nunca se cumple por completo en la Naturaleza. En cambio, para el fisiólogo, la sensación de negro es tan individualizada como cualquier otra; y para el psicólogo, se trata asimismo de una percepción con carácter propio. Por ello, en cuanto al mundo de los sentidos se refiere, es lícito hablar de un "color negro", como dice el vulgo, aunque solo sea por extensión analógica. Cierto que no se percibe más que donde no hay luz, pero se traduce en una respuesta sensorial no comparable al silencio acústico. Este consiste en la ausencia de toda sensación, y lo mismo ocurre con los restantes sentidos, cuando no actúan los respectivos excitantes gustativos, olfativos o táctiles. Verdadera falta de sensación visual no se da más que en el punto ciego.

Lo mismo que el negro, el blanco y el gris son sensaciones peculiares que no dependen sólo de la luminosidad del objeto considerado. Si se hace girar rápidamente un disco con los siete colores del espectro equitativamente repartidos, la superficie parece blanca, puesto que el blanco no es físicamente más que la mezcla de rayos luminosos de todas las longitudes de onda visibles. No obstante, el ojo es capaz de apreciar otras particularidades como la siguiente. Sitúese un observador de espaldas a una ventana, mantenga un pedazo de papel gris a la altura de sus ojos y compárelo con la pared del fondo pintada de blanco. Si la habitación es lo bastante amplia, el papel queda más iluminado que la pared, pero la persona que realiza el experimento sigue distinguiendo el gris del blanco. Pero si se toma una fotografía, el papel resultará más blanco que la pared: ha desaparecido la impresión cromática y no quedan más que diferencias en la intensidad de la luz. Aunque comparable a una cámara oscura, el ojo no se comporta en realidad como un aparato físico; y atinadamente se ha dicho que mientras éste sólo "registra", aquél "juzga".

Si llevamos el análisis de percepción de los colores a la fotometría, nos debemos dirigir en primer lugar al espectro electromagnético (energía radiante), en la *figura 13.19*. se muestra el mismo con la sensibilidad del ojo humano, para una mejor comprensión,

podemos decir que la sensibilidad de los conos es diferente para cada color como se dijo anteriormente, dependiente de la longitud de la onda radiante (380 – 760 nm).

En la siguiente figura se representa la curva de sensibilidad del ojo humano a las radiaciones monocromáticas (parte izquierda de la **figura 7.19.**), en la cual se aprecia que la sensibilidad del ojo no es igual para todas las longitudes de ondas (o colores).



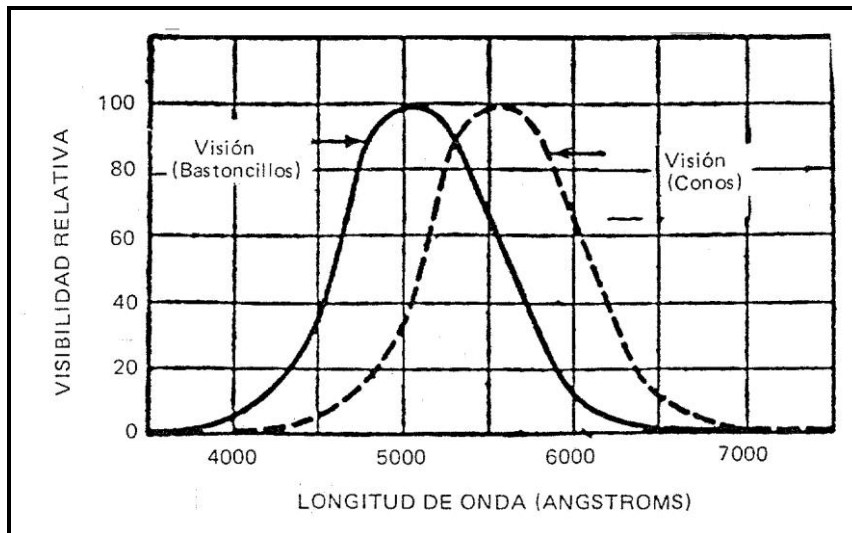
**Figura 13.37.:** Curva de sensibilidad, en la cual se aprecia que la que la máxima sensibilidad tiene lugar en el amarillo verdoso, mientras que, en los extremos, rojo, violeta-azul, es muy baja.

Purkinje, se basa en la curva de sensibilidad del ojo, (sobre los niveles de visión normal durante el día), esta visión está determinada principalmente por los conos de la retina.

Si la iluminación fuera baja (nocturna, luz de la luna), en la visión, como se mencionó anteriormente, intervienen los bastoncillos y la curva de sensibilidad varia, su valor de máxima sensibilidad se encuentra en los 5.950 Angstroms, (es aproximadamente 450 mayor que la de los conos), por lo tanto, desplazada hacia el azul del espectro.

Por lo tanto, los niveles correspondientes a ondas de baja longitud no se ven como color, del lado azul del espectro los colores son más brillantes que los del rojo.

El efecto Purkinje tiene importancia en la conformación de puestos de trabajo que tienen baja iluminación.



**Figura 13.38.:** Representación gráfica del efecto PurKinje.

Se puede decir que aparte de la adaptación de la visión a los cambios de iluminación de un ambiente, también influyen sobre la percepción, el tamaño de los objetos (cuanto mayor es el objeto más fácil es verlo). Los objetos más pequeños requieren mayor iluminación para ser vistos, (para conseguir mayor agudeza visual y mayor rendimiento de la vista, preservando su estado óptimo).

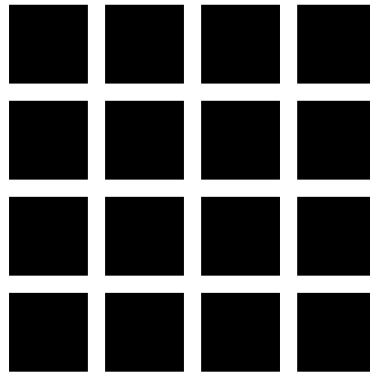
### 13.3.5. CONTRASTE

El juicio subjetivo puede alterarse por los fenómenos llamados de contraste, debidos a excitaciones opuestas. Cuando éstas actúan conjuntamente, se habla de contrastes simultáneos, algunos de los cuales son cromáticos, como cuando se mira un pequeño disco gris sobre un fondo rojo o verde, y la coloración neutra del primero parece adquirir un tinte correspondiente al color complementario del que le rodea; si el fondo es rojo, el gris del disco da la impresión de verde y viceversa. Otro fenómeno de igual índole se comprueba observando una figura roja sobre un fondo verde, o una figura verde sobre fondo rojo: el color de aquélla parece tener por contraste coloración más pura e intensa.

Existen también contrastes de luminosidad, como los que se dan entre blanco y negro. El blanco resulta más luminoso si está rodeado de negro y al revés. Observando los cuadrados negros de la *figura 13.39*, separados por bandas blancas, se ven puntos grises en los lugares donde éstas se cruzan, los cuales desaparecen allí donde se centra la mirada.

Esto es debido a que el contraste es mayor entre los lados de dos cuadrados negros adyacentes que junto a los vértices de cuatro de ellos; este efecto se atenúa en cuanto la imagen se forma en la fovea. Pero no es necesario que las excitaciones sean simultáneas, ya que se dan también contrastes sucesivos, en los cuales un estímulo previo influye sobre el efecto del que le sigue. Fijando intensamente la mirada durante un tiempo sobre un objeto de color intensamente iluminado, si luego se dirige la vista hacia una superficie blanca, sigue viéndose la primera imagen más o menos deformada,

pero con su color complementario. Se la llama imagen negativa posterior, la cual también se produce con los contrastes de luminosidad. Así mirando desde el interior de una habitación a una ventana con barrotes fuertemente iluminada por la luz exterior, al cerrar los ojos persiste un rato la imagen, pero ahora parece que los barrotes sean claros y los espacios intermedios oscuros, como si se contemplase un negativo fotográfico. Poco a poco esta imagen ilusoria se va difuminando hasta desaparecer.



**Figura 13.39.** Figura de HERING para demostrar el contraste marginal de luminosidad.

La teoría de Hering proporciona explicación plausible a los fenómenos de contraste sucesivos: a una asimilación demasiado intensa en las células retinianas, sucede una desasimilación e inversamente, con lo cual se presentan las sensaciones contrarias. Pero esto no es aplicable a los contrastes simultáneos, puesto que un estímulo aplicado a un solo ojo provoca la respuesta en el otro como si este último hubiese sido excitado de igualmente. En tales casos, además de la retina, intervienen sin duda los centros nerviosos cerebrales.

Robert Springer también descubrió el efecto de ilusión de la *figura 13.40.*, donde se ve la aparición de líneas diagonales tenues (inexistentes)

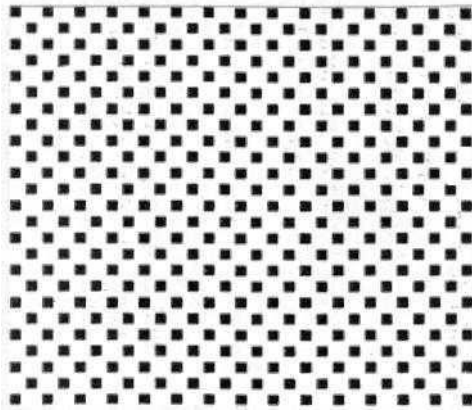


Figura 13.40.: Ilusión de Robert Springer

### **13.3.6. CAPACIDADES DEL OJO HUMANO**

Según lo que se va analizando en este texto, podemos decir que una visión normal consiste en la capacidad fisiológica de distinguir nuestro entorno, delimitando con precisión en forma y color.

Pero para que ello ocurra cada elemento del entorno tendrá que ser perfectamente iluminado estar dentro de los límites de alcance de nuestros órganos sensoriales y poseer un tamaño adecuado.

Además, debemos agregar que es de importancia el tema de cansancio, por lo que se necesita que los ojos cumplan sus funciones correctamente, por lo que la iluminación tiene que ser la adecuada con respecto a la actividad a desarrollar.

La capacidad visual de los seres humanos se caracteriza por una gran gama de variables en los que podemos citar:

- capacidad de adaptación
- ~ capacidad de acomodación
- ~ capacidad de percepción (velocidad de percepción)
- ~ capacidad de sensibilidad al contraste.
- ~ capacidad de sensibilidad espectral
- etc.

#### **13.3.6.1. ADAPTACION**

Este proceso es realizado por el ojo con el fin de poder trabajar con la mayor efectividad en distintas intensidades luminosas.



Este tema ya lo hemos abordado en el punto 7.3.3. donde se dijo que este tiene lugar a través de dos mecanismos distintos, la variación del tamaño de la pupila y el otro sobre la base de la adaptación de la sensibilidad de la retina (en el pasaje de la visión nocturna a la diurna y de la segunda a la primera).



**Figura 13.41.**: Acomodación y adaptación.

Se puede agregar que la mayor intensidad de luz que se puede ver sin dolor es aproximadamente un millón de billones de veces más intensa que la luz más débil visible por el ser humano.

La amplitud tiene una magnitud que se encuentra entre 1 y  $10^{16}$ .

Algunos científicos han propuesto medir la luminosidad en decibelios, tomando como referencia  $10^{-10}$  Lamberts, en la figura 13.42. se da la tabla de luminancia, que representa los distintos niveles de luminosidad en escala lineales y logarítmicas.

El tiempo de adaptación a distintos niveles de iluminación partiendo de uno en particular depende de diversos factores, como ser el nivel de iluminación inicial, la magnitud de la diferencia entre el nivel de iluminación inicial y el final, etc.

Pero como señalamos el paso de niveles bajos de iluminación a niveles altos se realiza en mucho menos tiempo que el paso de niveles altos a niveles más bajos. Por ejemplo, la adaptación de la visión al pasar de un sótano casi sin iluminación o de un túnel sin luz al exterior suele durar aproximadamente 30 minutos, el paso contrario suele durar el orden del minuto.

En las figuras 13.43. y 13.44., se presentan gráficos de los tiempos de adaptación en función de la fotosensibilidad relativa en primer lugar y en el segundo, datos experimentales, relativos a los distintos colores.

Se ve que a la luz roja, (tiene longitud de onda larga, alrededor de 690 nm), la curva de adaptación a la oscuridad no presenta distorsión (visión fotópica/escotópica).

Nota: Visión fotoscópica o diurna, en ella actúan los bastones y conos, permite la visión de las diferencias de luz y los colores en todos sus matices, en esta la máxima sensibilidad se produce en los 550 nm. (amarillo limón)

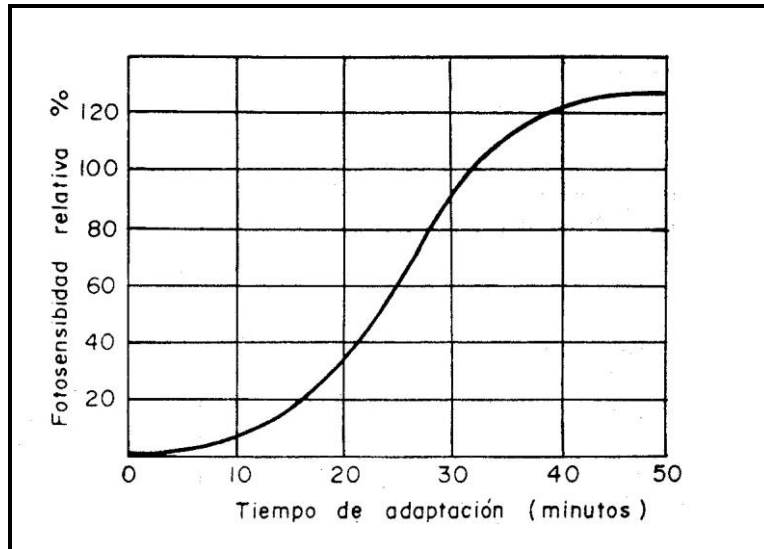
Visión escotópica o nocturna, en ella actúan solo los bastones, permite la percepción de distintas luminosidades, pero no de colores, como se mencionó anteriormente la máxima sensibilidad se desplaza hacia el azul, alrededor de una longitud de onda de 500 nm.

Visión mesotópica o intermedia, es una visión entre la fotoscópica y escotópica, denominada de compromiso.

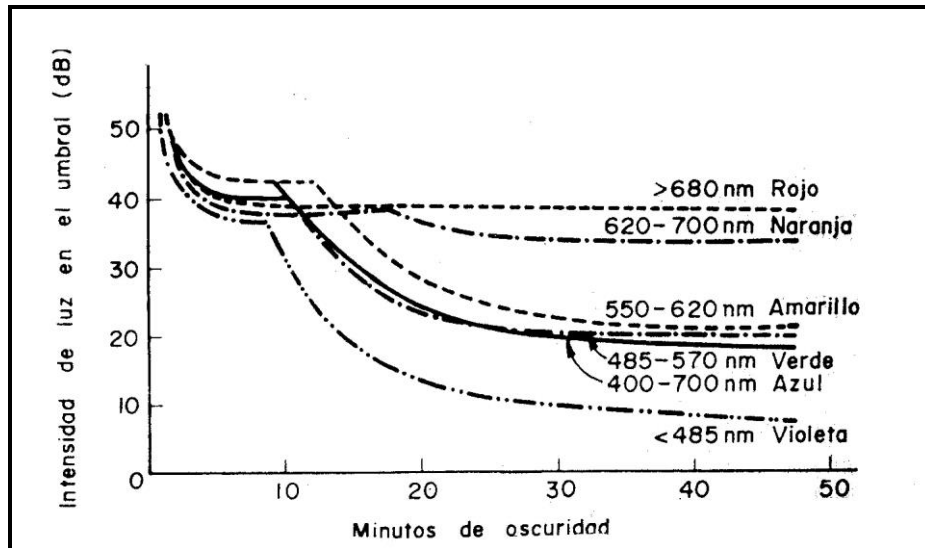
## Luminancia

DB	cd/m <sup>2</sup>	Situaciones y correlatos fisiológicos	Tipos de visión
175	10 <sup>12</sup>		
165	10 <sup>11</sup>		
155	10 <sup>10</sup>	Umbral del dolor	
145	10 <sup>9</sup>		
135	10 <sup>8</sup>	Sol directo 107	
125	10 <sup>7</sup>		
115	10 <sup>6</sup>		
105	10 <sup>5</sup>	Nieve con sol – Arena de playa con sol	
95	10 <sup>4</sup>	Calle soleada	
85	10 <sup>3</sup>	Luz natural exterior con tiempo nuboso	
75	10 <sup>2</sup>	Papel blanco con luz de lectura – Iluminación eléctrica en una sala	Visión fotoscópica
65	10	Pantalla de TV	
55	1		
45	10 <sup>-1</sup>	Iluminación de una avenida (luminarias)	
35	10 <sup>-2</sup>	Luz baja para la visión del color – Claro de luna	Visión mesotópica
25	10 <sup>-3</sup>		
15	10 <sup>-4</sup>	Umbral de la visión de un ojo	Visión escotópica
5	10 <sup>-5</sup>		
0	10 <sup>-6</sup>	Adaptado a la oscuridad – Alrededor del umbral absoluto de percepción	

**Figura 13.42.:** Diferentes luminancias expresadas en una escala lineal de candela/m<sup>2</sup> y otra en decibelios tomados como brillo de referencia 10<sup>-10</sup> Lamberts.



**Figura 13.43.:** Curva de fotosensibilidad relativa del ojo respecto al tiempo de adaptación



**Figura 13.44.:** Adaptación a la luz 103 dB por 5 minutos (De Chapanis, 1947)

Este fenómeno se aprecia en los trabajos con emulsiones fotográficas donde en la fabricación de películas comerciales o medicinales se debe trabajar con luz roja o verde (según corresponda), en estas tareas los operarios se deben enfrentar a la adaptación temporal de la retina y toman conciencia de los tiempos de adaptación a la visión escotópica.

### **13.3.6.2. ACOMODACION**

Este proceso consiste en la capacidad que tiene el ojo para ajustar en forma automática la distancia focal de los objetos.

Como se dijo en el punto 13.3.2. en el movimiento del anillo de ligamento alrededor del ojo, el cual altera la distancia focal de los cristalinos, enfocando los objetos que se

encuentran a diversas distancias, la capacidad del cristalino se mide en dioptrías, la cual se define como sigue:

$$\text{Dioptria} = 1 / \text{distancia focal (m)}.$$

Cuando el ser humano observa objetos a distancia, los ligamentos se encuentran en reposo, en cambio cuando el enfoque es cercano, se realiza trabajo muscular para enfocar, si hay que hacer muchos enfoques durante un tiempo prolongado, se provocan tensión y fatiga de los ojos.

La capacidad de acomodación varía con la edad del hombre, a continuación, se da una tabla que así lo certifica:

<b>Acomodación y punto próximo del ojo emétrepe, en correlación con la edad</b>			
<b>Años de edad</b>	<b>Punto próximo, (en centímetros)</b>	<b>Acomodación (en dioptrías)</b>	<b>Corrección presbiopia (en dioptrías)</b>
10	7	14	
20	9	11	
30	12	8	
40	22	4,5	
45	28	3,5	
50	40	2,5	0,75-1,0
55	55	1,75	1,0-1,5
60	100	1,0	2,0-2,5
65	133	0,75	3,0-3,5
70	400	0,25	3,5-4,0
75	al infinito	0	

**Figura 13.45.:** Acomodación

Para más información con respecto a este punto ver envejecimiento (punto 7.5.)

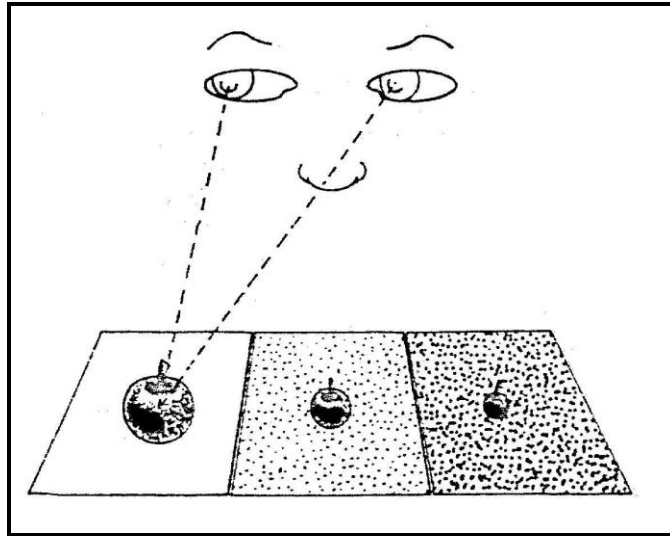
### **13.3.6.3. PERCEPCION (VELOCIDAD DE PERCEPCION)**

Consiste en el valor recíproco del intervalo de tiempo transcurrido entre la aparición de un objeto y la percepción de su forma. En la velocidad de percepción juega un papel primordial la luminancia.

### **13.3.6.4. SENSIBILIDAD AL CONTRASTE (AGUDEZA VISUAL)**

Es la capacidad que tiene el ojo en apreciar pequeñas diferencias de luminancia (ver 7.3.5) es decir es sensible a detalles pequeños (al contraste y al color).

Cuando aumenta el tamaño del objeto observado esta capacidad lo hace, al igual cuando los contornos son neutros y además cuando la luminancia periférica está más oscura que la central; por lo que podemos decir que los mecanismos que determinan el grado de sensibilidad son muy complejos, la sensibilidad al contraste es afectada por el nivel de luz ambiente, aumentando en forma proporcional con la iluminación, pero por encima del umbral de 0,3 cd/m<sup>2</sup> (luminosidad de fondo), la relación es muy baja.



**Figura 13.46.:** Sensibilidad de contraste. (UGT)

La agudeza visual es expresada como la inversa del tamaño visual del objeto en minutos de arco, por el cual se puede reconocer el objeto.

El tamaño visual de un objeto o de un detalle o parte de este, es el ángulo visual, dado en minutos de arco dentro del cual se percibe el objeto, por lo cual la distancia (lejanía o proximidad), determina el tamaño visual, independiente de su tamaño real, un claro ejemplo son los cuerpos celestes que vistos desde la superficie de la Tierra tienen un tamaño angular casi nulo.

La agudeza visual también varía con la edad, para más información ver el punto 13.5.

#### **13.3.6.5. SENSIBILIDAD ESPECTRAL**

Está dada por la sensibilidad del sistema óptico a las frecuencias de luz reflejada en centro del espectro visual (amarillo/verde), que a las reflejadas en los extremos (rojo o azul).

Este tema ya fue tratado en parte en el punto 13. 3.4. (percepción de colores)

Debido a que la luz azul es difícil de visualizar (enfocar), en grandes distancias, no se debe utilizar en tareas que requieran la percepción de detalles mínimos.

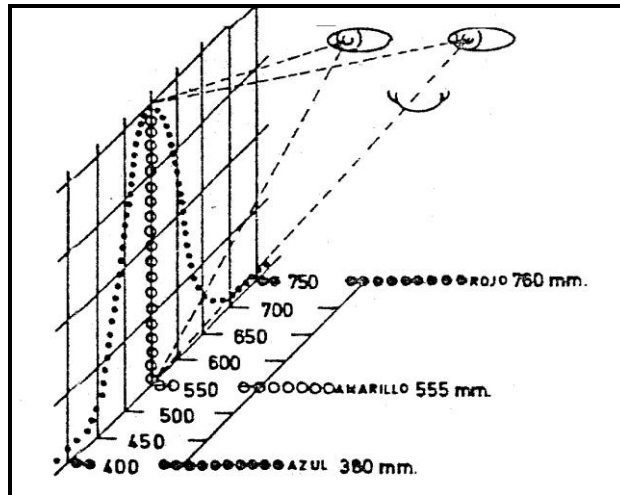


Figura 13.47.: Sensibilidad al color

### 13.3.6.6. EJES DEL SISTEMA OPTICO

El sistema óptico humano constantemente realiza ajustes en base a su entorno visual, de ellos podemos citar:

#### **CONVERGENCIA:**

Es el ajuste de los ejes de ambos ojos según la distancia de visión del objeto en cuestión dicho movimiento, que lo ejecutan los músculos laterales del ojo, solamente es necesario para objetos próximos (ver el punto 13.3.1.1).

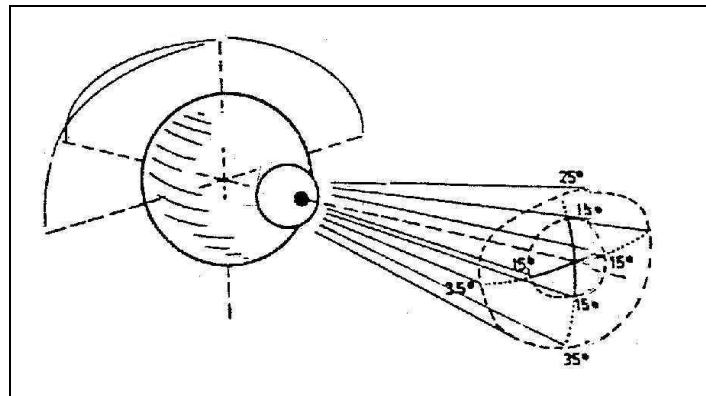


Figura 13.48: Movimiento del ojo.

**VERSION:**

describe el movimiento del ojo lateralmente entre dos puntos que se encuentran a igual distancia visual.

### **13.4. OFTALMOLOGIA LABORAL**

Según A. Menacho y E. Menacho; “la potología ocular originada por el desempeño de una actividad laboral puede ser de naturaleza aguda (traumática) o crónica (exposición prolongada a diversas sustancias)”.

“Los accidentes laborales constituyen la segunda causa más frecuente en la etimología de los traumatismos oculares, siendo el sector industrial, el de la construcción y la agricultura los que presentan una mayor incidencia en los mismos”.

También hay que tener en cuenta los defectos visuales naturales que lleva consigo la población laboral, y las enfermedades que surgen como consecuencia del desarrollo de las distintas actividades del ser humano.

#### **13.4.1. ACCIDENTES OCULARES**

Según los autores ya mencionados los accidentes oculares se pueden dividir como sigue:

- Quemaduras
- Causticaciones oculares
- Traumatismos superficiales
- Contusiones oculares
- Y traumatismos penetrantes

##### **13.4.1.1. QUEMADURAS OCULARES**

Las mismas se las divide en:

- Quemaduras Térmicas
- Quemaduras eléctricas
- Quemaduras por radiación

##### **QUEMADURAS TERMICAS**

Ante la presencia de llamas los párpados reaccionan junto a los lagrimales protegiendo a los ojos, por ello por lo general las quemaduras son el producto de salpicaduras de cuerpos calientes, debiéndose diferenciar si son por parte de metales de punto de función alto (hierro, cobre, aluminio, etc.), o metales de bajo punto de fusión (estaño, plomo, etc.), u otra partícula que no se encuentre en estado de fusión.



En el caso de metales de bajo punto de fusión los daños son menores por la rápida solidificación y depósito de la partícula.

Por lo general las quemaduras con líquidos provocan una descamación epitelial de poca gravedad.

### **QUEMADURAS ELECTRICAS**

Por el efecto electroquímico y térmico que producen estas quemaduras las lesiones son de tipo necrótica.

En el caso de producirse un arco a nivel ocular las lesiones son quemadura palpebral, queratitis puntiforme. Las quemaduras del rayo pueden producir, catarata

### **QUEMADURAS POR RADIACION (FOTOTRAUMATISMO)**

La exposición a los rayos ultravioletas provoca queratitis descamativa superficial de difícil tratamiento (oftalmia de la nieve o de la playa)

Los rayos X provocan descamación de las conjuntivas y corneas.

Ver blefaritis

### **13.3.1.2. CAUSTICACIONES OCULARES**

Las causticaciones son quemaduras producidas por agentes químicos, son en sí las más graves y peligrosas, requieren en todos los casos la intervención médica urgente que mejore siempre el cuadro oftalmológico, se las divide según su carácter en cáusticos alcalinos y cáusticos ácidos.

#### **CAUSTICOS ALCALINOS**

Son de extrema peligrosidad por su gran penetración intraocular, originan lesiones más profundas como ser cataratas y glaucoma (ver), la importancia del daño no se pueden comparar con la lesión inicial, los productos más frecuentes involucrados en accidentes de este tipo son el amoníaco, la sosa cáustica, y la cal (en el gremio de la construcción)

#### **CAUSTICOS ACIDOS**

Siendo peligrosos son de menor gravedad que los cáusticos alcalinos, dado que su acción hace precipitar proteínas oftálmicas, las que forman una protección contra la mayor penetración., los productos más frecuentemente involucrados son el ácido sulfúrico, el ácido clorhídrico y el ácido nítrico.

#### **NOTA :**

La acción a tomar ante las quemaduras o causticaciones oculares son:

- Irrigar de inmediato, con abundante agua fresca y por un tiempo prolongado,
- Luego colocar colirio anestésico en la superficie afectada para aliviar el dolor y el biefaroespasmio.
- En todo momento mantener la apepsia para evitar la probable futura infección de la lesión.
- Llevar al accidentado en forma rápida a un centro de asistencia especializado. Es muy conveniente en las empresas que exista este tipo de riesgo tengan a la vista los teléfonos de los lugares de atención especializados como un plano de la ruta más rápida para seguir en el traslado del accidentado.

Se contraindica:

- El uso de neutralizadores cáusticos
- El uso de taponos
- Dejar pasar el tiempo para tratar la herida, (esto se da generalmente cuando hay otra lesión además de la ocular que es grave), pues el retraso puede dejar mayores secuelas o trasformar el problema en irreversible

### **13.4.1.3. TRAUMATISMOS SUPERFICIALES**

Son muy frecuente y de tratamiento sencillo, se las divide en hemorragias subconjuntivales, erosiones córneales y cuerpo extraño.

#### **HEMORRAGIA SUBCONJUNTIVAL O HIPOSFAGMA TRAUMATICO**

Se reabsorbe después de los 8 a 10 días de producida.

Es importante en todos los casos hacer un examen médico para descartar la presencia de lesiones intraoculares y en el caso de hemorragias extendidas, que lleguen a afectar también los párpados es importante verificar si hay o no fracturas orbitales o de cráneo.

#### **EROSIONES CORNALES**

Surgen como consecuencia de la acción de elementos mecánicos que rasgan la córnea y desprenden parte de su epitelio, tienen como consecuencia inmediata un gran dolor en el parpadeo y los movimientos oculares, hay un enrojecimiento, un lagrimeo intenso y bleforoespasmos.

En estos casos el accidentado debe ser remitido al oftalmólogo

#### **CUERPO EXTRAÑO**

Es un accidente muy común, fundamentalmente en la industria metalmecánica, muchas veces la presencia de un cuerpo extraño en un ojo pasa desapercibida sobre todo se es pequeño y fue proyectado a gran velocidad.

Las medidas a tomar en prima facie antes de la intervención de un facultativo es de:

- Calmar la sensación molesta y el blefaroespasmos mediante la aplicación de gotas de un colirio anestésico en la enfermería
- Levantar el párpado superior buscar el cuerpo extraño.
- Ubicado este
- Si su tamaño lo permite y su penetración es superficial extraerlo
- En caso contrario remitirlo inmediatamente al oftalmólogo y si se retiró también
- Previa oclusión con un apósito y haber colocado un colirio antibiótico.
- Si no se encontró cuerpo extraño, se debe verificar que la molestia no la ocasione una pestaña que roce o/y la presencia de una úlcera traumática.

Se contraindica:

- La aplicación de anestésicos, pues calma el dolor, la persona continúa usando el ojo y corre riesgo de daño mayor
- La aplicación de corticoides pues en el caso de úlcera infectada agrava la situación
- Extraer un cuerpo extraño clavado en la córnea.

### **CONTUSIONES OCULARES**

Existen de dos tipos:

- Directa: provocada por el impacto de un elemento contundente, proyectado con gran energía.
- Indirecta: Lesiones producidas por acción indirecta por energía mecánica como ser implosiones, explosiones, golpes en el cráneo, etc.

Las lesiones por contusión ocular se las divide en:

- Síndrome traumático de polo anterior
  - Hematomas palpebrales
  - Luxación o subluxación del cristalino y alteraciones de las transparencias (cataratas traumáticas)
  - Hipema o hemorragias de la cámara anterior
  - Hemorragias conjuntivas
  - Rotura del esfínter del iris
  - Hematocórnea
- Síndrome traumático del polo posterior
  - Rotura o abrasión del nervio óptico
  - Rotura o hemorragia de coloides
  - Hemorragia vítrea
  - Hemorragia de la retina

Cuando exista una contusión ocular se debe, analizar la causa de ella, de haber probabilidad de perforación del globo ocular, si existe hipotensión o hemorragia

conjuntiva, no usa colirios midriaticos, para no aumentar la presión ocular y enviar al lesionado a un especialista.

### **13.4.2. PATOLOGIAS VISUALES**

El trabajo cualquiera que fuera si este requiere el uso de la vista puede agravar las anomalías ya existentes en la vista, aumentar la tensión del ojo cuando no funciona correctamente, ocasionando fatiga visual, trayendo a veces otros problemas físicos y psicológicos; en algunos casos directamente afecta la vista.

Es esta una razón por la cual todos los trabajadores deben pasar regularmente exámenes oftalmológicos.

Los defectos visuales más comunes son:

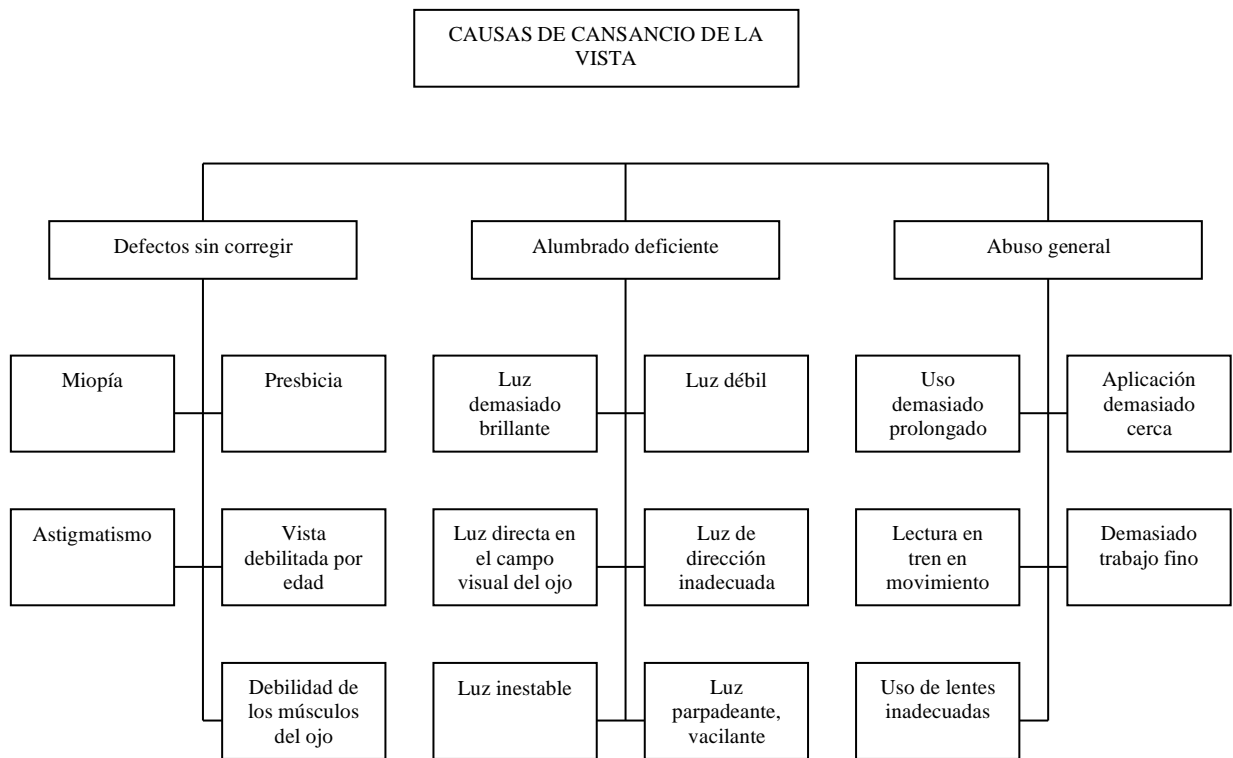
#### **13.4.2.1. ASTHENOPIA:**

este es el término médico para designar la fatiga visual. Abarca todos los síntomas asociados con el esfuerzo muscular excesivo efectuado por los ojos durante un período importante, puede resultar difícil distinguir la de los síntomas de cansancio físico y mental también presentes, como resultado de la operación con vídeo terminales, osciloscopios, microscopios, etc. En condiciones no adecuadas. Los tres principales síntomas asociados a la asthenopia son:

- Síntomas oculares (por ejemplo, Sensación de quemadura, escozor de los globos oculares, mayor sensibilidad, enrojecimiento de los ojos).
- Síntomas visuales (por ejemplo, dificultad para enfocar, visión borrosa, manchas delante de los ojos, sensibilidad a la luz, doble visión).
- Síntomas generales (por ejemplo, dolores de cabeza, vértigos, nauseas, dolores cervicales, dorsales). Estos síntomas se manifiestan generalmente por la noche.

Las causas más comunes de la fatiga son:

- La obligación de concentrarse largamente en un objeto fijo sin relajar el mecanismo de acomodación o hacer un número cada vez mayor de movimientos de acomodación en un tiempo determinado.



**Figura 13. 49.** : Organigrama característico de las causas más importantes de cansancio de la vista

- Los pasos de luz natural a otras condiciones, poniendo en evidencia los defectos oculares existentes.
- El pasar la lectura de una imagen normal y uniforme a una imagen que conlleve centelleo, oscilaciones y movimiento incontrolado de la imagen en una pantalla, o instrumento de medición con tubo de rayos estódicos, etc.

#### **13.4.2.2. HIPERMETROPIA (VISTA LARGA):**

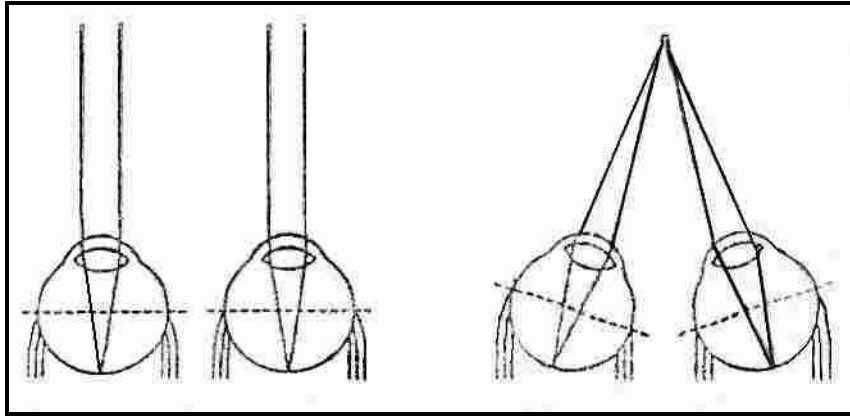
Es la situación en la que el cristalino de los ojos tiene insuficiente poder de refracción. En los casos benignos, el aumentar la distancia de visión ayuda a mejorar a ésta, pero no se puede reemplazar la corrección óptica total. (En éste caso la imagen se forma detrás de la retina, ver **Figura 13.31.**).

#### **13.4.2.3. MIOPIA (VISTA CORTA)**

es el caso inverso del anterior, ésta es la situación en la que el cristalino de los ojos es demasiado fuerte. Las personas miopes adoptan distancias cortas para ver, esto acarrea problemas de postura. La miopía se corrige fácilmente debiéndose tomar medidas al respecto. Suele presentarse después de los 40 años de vida, pues el cristalino a esta edad disminuye su elasticidad y comienza a perder agudiza visual.

#### **13.4.2.4. FORIA:**

consiste en un desequilibrio muscular entre los dos ojos, que afecta la capacidad de convergencia de ambos, en un solo objeto. Puede corregirse.



**Figura 13.50.:** Convergencia ocular es la contracción sinérgica de los músculos oculares a fin de lograr una sola imagen.

#### **13.4.2.5. ANISOCORIA:**

Es un desequilibrio en la dimensión de la imagen percibida por los dos que dificulta la fusión de la imagen. Las personas afectadas experimentan dificultades semejantes a la foria, se debe consultar siempre a un oftalmólogo.

#### **13.4.2.6. PRESBICIA:**

Es la pérdida gradual de elasticidad de los cristalinios oculares a causa de la edad. Es un problema común en los Puestos de Trabajo de gran exigencia visual, a partir de los 30 años y en particular en los mayores de 40. Se resume en una reducción de la capacidad de acomodamiento para el enfoque de objetos próximos o lejanos. Prácticamente todas las personas sufren de cierto grado de presbicia, pero no en todos los casos tan pronunciada como para dificultar la visión a una distancia normal de visualización. (Ver *figura 13.51.*).

La característica más importante de la presbicia es que, incluso para las personas que tienen una visión corregida, pueden necesitar lentes (es decir lentes ajustados a una visión óptima para la distancia de trabajo) o de alguna forma de cristales bifocales o multifocales. Pese que los usuarios ocasionales de las pantallas de computadoras pueden utilizar gafas bifocales, sin molestias, los que las utilizan en forma regular, están obligados a causa de las gafas bifocales, a adoptar posturas incómodas con el fin de aprovechar plenamente el segmento de "lectura de cerca". Por esta razón, es aconsejable usar lentes especiales adaptados a la distancia de trabajo visual, además de controlar el cumplimiento de exámenes periódicos en forma regular y en intervalos que se reduzcan cuando aumenta la edad del trabajador. (Ver *figura 13.51.*).

Trabajadores jóvenes	Trabajadores mayores	Incremento en %
Lux	Lux	
120	250	109
200	400	100
300	550	83
500	800	60
900	1100	22

**Figura 13.51.:** Necesidad de iluminación de trabajadores jóvenes (alrededor 20 años) y mayores (alrededor de 60 años) para iguales condiciones de rendimiento (según Hettinger y otros, 1976).

**NOTAS:** En la ocupación de puestos de trabajo se debe tener en cuenta que las necesidades de iluminación del hombre se acrecientan con el avance de la edad. Las actividades en las que la vista está más exigida, deber a efectuarse por mano de obra joven, o bien se deben equiparar las intensidades luminosas de acuerdo con la edad.

#### **13.4.2.7. ASTIGMATISMO**

Es una deformación o aplastamiento de la córnea, es decir son diferentes curvaturas de los meridianos de la cornea (en algunos casos del cristalino). En el astigmatismo, los rayos luminosos no convergen en un mismo punto, sino; en una línea, por ello el efecto de no aclararse la imagen al cambiar la distancia (acercar o alejar). La capacidad de ver objetos cercanos o alejados está disminuida según el grado de simetría, pudiendo aparecer las imágenes distorsionadas.

Cuando el grado de astigmatismo es bajo se puede reducir la distorsión inclinando la cabeza. Este problema visual se puede eliminar con el uso de lentes cilíndricos.

#### **13.4.2.8. GLAUCOMA**

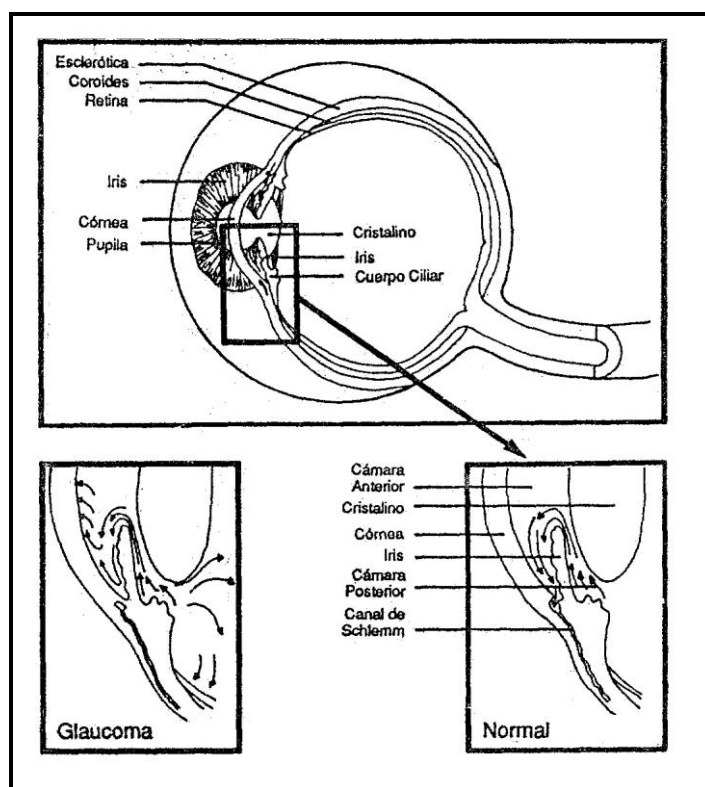
Esta enfermedad se produce como consecuencia de varios factores, afectando generalmente a adultos con más de 30 años de edad, es de carácter hereditario, pero también se produce como causa de un golpe en los ojos o de tensiones emocionales. En el caso de existir antecedentes, en la familia del colaborador de esta enfermedad, la persona debe consultar en modo preventivo al facultativo especializado.

En el área de trabajo de centro de cómputos se da como consecuencia de presión de trabajo (tensión emocional), a veces combinada con el factor hereditario. El Glaucoma es una enfermedad progresiva que generalmente en sus comienzos no presenta síntomas y cuando estos aparecen la visión ya ha sido afectada. La enfermedad se produce dentro del ojo, entre el cristalino y la córnea, hay un líquido transparente que se produce y elimina continuamente; si los canales de salida de este líquido



se cierran y dificultan o bloquean enteramente la eliminación, se produce acumulación del mismo y aumento de presión dentro del ojo, que hace disminuir el flujo de sangre al nervio óptico, ocasionando daño.

Los síntomas comienzan con hacer desaparecer la visión, otros son la necesidad de cambio frecuente de lentes (no se encuentra uno correcto) dificultad de ajuste de la visión en zonas oscuras, pérdida de visión lateral, aparición de un arco iris alrededor de las luces, dificultad para enfocar la vista a corta distancia.



**Figura 13.52.:** El glaucoma puede conducir a la ceguera. La pérdida del campo visual es progresiva e irreversible. (D. Clarín)

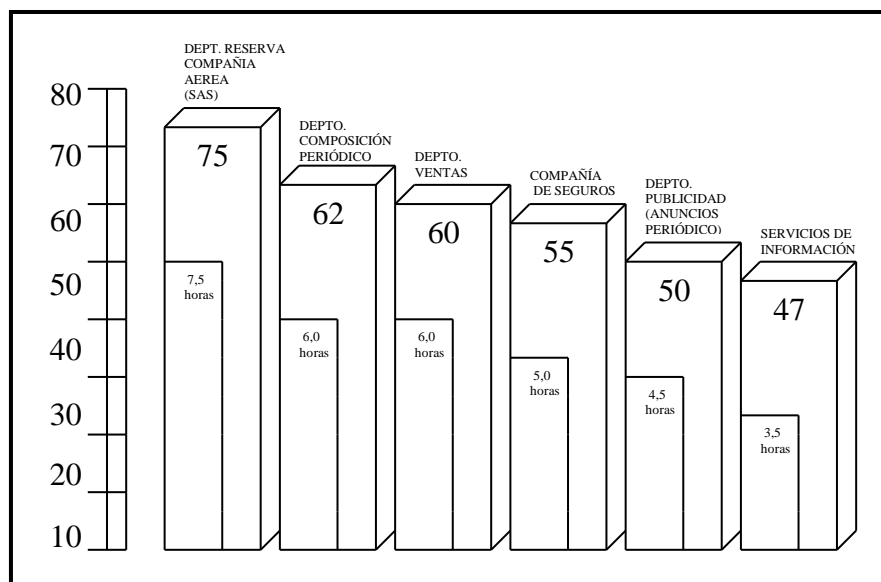
### **13.4.2.9. CEFALALGIAS DE ORIGEN OCULAR**

El cerebro y el ojo además de tener una aproximación topológica tienen una relación anatómica muy estrecha, por ello las lesiones del globo ocular y la de su musculatura producen muy frecuentemente cefalalgias (dolores de cabeza)

Causa	Tipo de cefalalgias	Otros síntomas
Queratitis úlceras y cuerpos extraños en la córnea	Frontotemporales	Sensación de cuerpo extraño, punzadas fotofobia, espasmo palpebral
Iritis, iridociclitis	En general, cefaleas difusas o dolor sordo localizado en	Fotofobia, y en particular fotofobia. Inyección ciliar,

	el interior del ojo, con irradiación a la zona del trigémino.	hiperemia del iris, enturbiamiento del humor acuoso, sinequias posteriores, precipitados en la cara posterior de la córnea, pupila más bien estrecha (a veces con bordes irregulares)
Glaucoma crónico	A menudo, no hay cefalea. Algunas veces, dolores neurálgicos, sobre todo frontales.	En ocasiones, visión turbia, como entorpecida por una niebla. Irisación en torno a las luces; merma de la agudeza visual, hasta amaurosis. Restricción del campo visual por el lado nasal; papilas excavadas. A menudo aumenta sólo ligeramente la presión ocular, con intermitencias.
Neuritis óptica	Dolor localizado en el fondo de la órbita, y que aumenta o desaparece con los movimientos oculares.	Merma de la agudeza visual, al principio relativamente brusca (visión oscurecida como por la niebla o humo) hasta amaurosis. A veces, estado de neuritis papilar, pero no en caso de neuritis retrobulbar.
Hipermetropía	Cefaleas frontales, localizadas bajo las cejas, y provocada por trabajar en visión próxima. Los dolores irradian a las regiones temporal e incluso occipital, y hasta los hombros y la nuca. Relación causal con el trabajo a poca distancia.	Visión confusa, comprobación de hipermetropía. Las cefalalgias desaparecen a menudo casi en el acto utilizando gafas.
Presbiopía	Como en hipermetropía	Demostración de presbiopía. Los síntomas desaparecen con el uso de gafas
Estrabismo latente (exoforia: divergente; esoforia: convergente)	Fatiga ocular, sensación desagradable, hasta cefalalgias generalizadas, con irradiación a los hombros y la nuca. A veces dolores análogos a los de acceso de jaqueca. Con frecuencia, incluso vértigos y náuseas.	Visión confusa a ratos; algunas veces, verdadera diplopía. Los dolores desaparecen tapando un ojo. Demostración del estrabismo latente por la prueba cubierta o la de MADDOX
Debilidad de convergencia (sola o combinada con estrabismo latente)	Como más arriba; se advierte sobre todo en el trabajo a poca distancia, la lectura, etc.	Visión confuso trabajando a poca distancia; a veces, también diplopía, que desaparece tapando un ojo

**Figura 13.53.** cefalalgias de origen ocular (del libro de los 100 años de BAYER)



**Figura 14.54.** Horas al día de trabajo en P.C.D. y porcentaje de trabajadores que se quejan de dificultades visuales entre varios grupos de operadores de terminales. (Resultados de una encuesta en Suecia 1976-1981) de la UGT de España.

### **13.4.3. PATOLOGIAS DE ORIGEN LABORAL**

Las patologías oftalmológicas de origen laboral las analizaremos según la parte afectada en:

- Patologías de los párpados.
- Patologías de la conjuntiva
- Patologías de la córnea
- Patologías de las vías lagrimales
- Patologías del cristalino
- Patologías del nervio óptico
- Patología de la musculatura extraocular

#### **13.4.3.1. PATOLOGIAS DE LOS PÁRPADOS.**

##### **BLEFARITIS:**

Es la inflamación del borde libre de los párpados (generalmente bilateral). Se presenta como consecuencia alérgica, o tras las exposiciones a radiaciones ionizantes, o por acción del arsénico y sus derivados, o por acción de radiaciones infrarrojas

- ***Blefaritis alérgica:*** por lo general de origen laboral, se manifiesta mediante un edema en los párpados indoloro, de presentación aguda y regresión rápida
- ***Blefaritis por radiaciones ionizantes:*** como ser rayos X o rayos gamma provocan como consecuencia de su exposición radiodermatitis aguda o crónica, con blefaritis y caída de pestañas.

Se manifiesta siete días después de la exposición en cualquiera de los casos

- ***Blefaritis por exposición al cemento:*** por acción del cemento (aluminio-Silicato de calcio) se presentan blefaritis con edema y congestión de los párpados, asociada muchas veces a conjuntivitis.
- ***Blefaritis por exposición al arsénico y/o sus compuestos:*** se manifiesta junto con la blefaritis otras dolencias en diversos órganos
- ***Blefaritis por exposición a las radiaciones infrarrojas:*** estos cuadros se provocan generalmente en la industria siderúrgica, en la industria metalúrgica y en las tareas de forjado cuadros siete días después de la exposición en cualquiera de los casos

### **BLEFAROCONIOSIS:**

Es una inflamación de los párpados por causa del depósito de polvo, se manifiesta mediante ulceraciones, enrojecimiento y alteración de las pestañas.

Las partículas de polvo pueden tener diversos orígenes: animal (lanas, plumas, pelos, etc.), vegetal (carbón de leña, aserrín, harina, etc.) o mineral (silicato de calcio, yeso, aluminio, etc.).

### **EZCEMA PALPEBRAL:**

Se genera por la reacción de hipersensibilidad a determinadas sustancias (penicilinas aceites, etc.)

### **EDEMA PALPEBRAL:**

Se genera por la exposición prolongada a radiaciones ultravioletas, (se da en tareas rurales)

## **13.4.3.2. PATOLOGIA DE LA CONJUNTIVA**

### **CONJUNTIVITIS:**

Es la inflamación de la conjuntiva forma la patología más común, se manifiesta por hiperemia conjuntival, secreción y lagrimeo.

La conjuntivitis más generalizada son las foliculares y papilares de tipo alérgico e irritativo, algunos de los elementos que las producen son los rayos X y los elementos radiactivos, o derivados halógenos de los hidrocarburos acíclicos, arsénico y sus compuestos, sales minerales, etc.

Podemos decir que por la acción de microorganismos y sustancias nocivas, se produce el lagrimeo que diluye el elemento infeccioso, arrastrando los detritos conjuntivales y restos orgánicos hacia la nariz.

### **ARGIROSIS:**

Se trata de la impregnación de polvo de plata en el organismo, en los ojos se deposita en los vasos linfáticos de la conjuntiva, dándole un color marrón

### **BLEFOROCONJUNTIVITIS:**

es una enfermedad conjunta de los párpados y las conjuntivas generalmente por efecto de vapores de ácido sulfídrico.

Ver Bleferitis por exposición al cemento

### **13.4.3.3. PATOLOGIAS DE LA CORNEA**

#### **QUERATITIS:**

Es la inflamación de la a córnea que se acompaña de lagrimeo, fotofobia, dolor intenso y blefaroespasmó, se puede originar por el depósito de partículas de polvo (marmolitas), de partículas metálicas (soldaduras) o por radiaciones ultravioletas y radiaciones X (ionizantes).

Es muy común la aparición de queratitis en soldadores que no utilizan gafas protectoras o lo hacen parcialmente o en forma inadecuada, las lesiones se manifiestan después de 12 horas de la exposición (queratitis actínica)

Por su forma de afectar a la córnea se la califica en:

- **QUERATITIS EPITELIAL:** va desde una simple erosión superficial de la córnea hasta una úlcera concreta

La cicatrización de una úlcera de córnea es una de las causas principales de ceguera y de disminución de agudeza visual

- **QUERATITIS PERENQUIMATOSA:** es derivada de necrosis por efecto tóxico.

Las queratitis que son consecuencias de la exposición de elementos químicos y físicos en el lugar de trabajo, se pueden dividir en tóxicas o alérgicas.

Algunos elementos causantes de queratitis son el arsénico y sus compuestos, alcohol n-butílico, etc.

### **13.4.3.4. PATOLOGIAS DE LAS VIAS LAGRIMALES**

Se producen casos de obstrucción mecánica de las vías lagrimales en persona que manipulan pelos, o lanas, o trabajan en medios que hay aserrín en locales de escasa ventilación.

### **13.4.3.5. PATOLOGIAS DEL CRISTALINO**

#### **CATARATAS**

se denomina cataratas a la opacidad, progresiva o no del cristalino. En esta enfermedad el cristalino va perdiendo su transparencia y creando un obstáculo para el paso de los rayos luminosos, de manera tal que al aumentar su grado puede llegar a producir ceguera.

Las cataratas pueden ser congénitas, seniles, traumáticas, etc. Está demostrado que ante la presencia de microondas el cristalino se recalienta el cual, al no tener vascularización suficiente, no se refrigera (no produce transferencia térmica), generándose en las coagulaciones proteicas de pequeño tamaño. Lo mismo ocurre con fuentes de radiación térmica.

También se produce en accidentes eléctricos (por la radiación térmica que produce el arco), en la industria del vidrio esta señalada como cataratas de los vidrieros, por su característica específica, producida por la conjunción de altas temperaturas y la acción de la radiación infrarroja.

Así mismo las personas expuestas a rayos X o sustancias radioactivas tienen un alto riesgo a las cataratas (período de formación de aproximadamente 5 años).

Las cataratas seniles se presentan por lo general a partir de los 70 años, en cambio las cataratas de origen laboral se presentan en el período de actividad

#### **13.4.3.6. PATOLOGIAS DEL NERVIO OPTICO**

La neuritis óptica es una inflamación, o degeneración, o desmielinización del nervio óptico que puede ser causa de varias enfermedades

La neuropatía óptica de causa profesional es poco frecuente, sin embargo, son habituales por causa del tabaco, el alcohol u algunos fármacos

La neuropatía de causa profesional es por lo general de origen tóxico puede ser provocada por el plomo, el cual en la fase inicial causa una neuritis, también le puede producir el sulfuro de carbono, otras sustancias que la causan son los derivados halógenos de los hidrocarburos acíclicos, alifáticos y aromáticos, alcoholes y glicoles, insecticidas clorados o fosfatados, etc.

#### **13.4.3.7. PATOLOGIAS DE MUSCULATURA EXTRAOCULAR**

La afección de este tipo más común es la nistagmus de los mineros, esta se observa en los mineros que trabajan en minas de carbón.

Enfermedades	Actividades laborales que pueden generar exposición
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anemia, leucopenia, trombocitopenia, o síndrome hemorrágico consecutivo a una irradiación aguda.</li> <li>- Anemia, leucopenia, trombocitopenia, o síndrome hemorrágico consecutivo a una irradiación crónica.</li> <li>- Blefaritis o conjuntivitis.</li> <li>- Queratitis crónica.</li> <li>- Cataratas.</li> <li>- Radiodermitis aguda.</li> <li>- Radiodermitis crónica.</li> <li>- Radiolesiones agudas de las mucosas.</li> <li>- Radiolesiones crónicas de las mucosas.</li> <li>- Radionecrosis ósea.</li> <li>- Leucemias.</li> <li>- Cáncer broncopulmonar primitivo por inhalación.</li> <li>- Sarcoma óseo.</li> <li>- Cáncer cutáneo.</li> <li>- Alteraciones reproductivas: oligo o azoospermia, abortos espontáneos.</li> </ul>	<p data-bbox="943 275 1327 331"><i>Lista de actividades donde se puede producir la exposición:</i></p> <p data-bbox="943 349 1327 450">Todos los trabajos que exponen a los rayos X o a las sustancias radioactivas naturales o artificiales, así como toda fuente de emisión corpuscular o de radiaciones, en especial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extracción y tratamiento de minerales radioactivos.</li> <li>- Preparación de compuestos radioactivos incluyendo los productos químicos y farmacéuticos radioactivos.</li> <li>- Preparación y aplicación de productos fosforescentes radioactivos.</li> <li>- Fabricación y uso de equipos de radioterapia y de rayos X.</li> <li>- Todos los trabajos de los hospitales, sanatorios, policlínicas, clínicas, clínicas dentales, que expongan al personal de salud a la acción de los rayos X.</li> <li>- Radiografías industriales utilizando equipos de rayos X u otras fuentes de emisión de radiaciones gama.</li> <li>- Plantas de producción de isótopos radioactivos.</li> <li>- Centrales nucleares.</li> </ul>

**Figura 13.55.:** Enfermedades por radiaciones ionizantes

Enfermedades	Actividades laborales que pueden generar exposición
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Catarata.</li> <li>- Querato-conjuntivitis crónica.</li> </ul>	<p data-bbox="943 1144 1327 1200"><i>Lista de actividades donde se puede producir la exposición:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajos que exponen a las radiaciones infrarrojas emitidas por los metales incandescentes en trabajo de forja y fundición de metales.</li> <li>- Trabajos en horno de vidrio y en los trabajos de vidrio fundido a la mano, especialmente soplado y moldeado del vidrio incandescente.</li> </ul>

**Figura 13.56.:** Enfermedades por radiaciones infrarrojas

Enfermedades	Actividades laborales que pueden generar exposición
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conjuntivitis aguda.</li> <li>- Queratitis crónica.</li> <li>- Fotosensibilización.</li> <li>- Cáncer de la piel (células escamosas).</li> </ul>	<p><i>Lista de actividades donde se puede producir la exposición:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajos a la intemperie que exponen a la radiación ultravioleta natural en actividades agrícolas y ganaderas, mineras, obras públicas, pesca, salvavidas, guardianes, entre otros.</li> <li>- Trabajos en montaña.</li> <li>- Trabajos que exponen a la radiación ultravioleta artificial, soldadura de arco, laboratorios bacteriológicos, curado de acrílicos en trabajo dental, proyectores de películas.</li> </ul>

**Figura 13.57.:** Enfermedades por radiaciones ultravioletas

Enfermedades	Actividades laborales que pueden generar exposición
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Queratitis, conjuntivitis.</li> <li>- Dermatitis.</li> </ul>	<p>Trabajos que exponen a los rayos láser, entre ellos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soldadura.</li> <li>- Microelectrónica.</li> <li>- Microcirujía.</li> </ul>

**Figura 13.58.:** Enfermedades por rayos láser

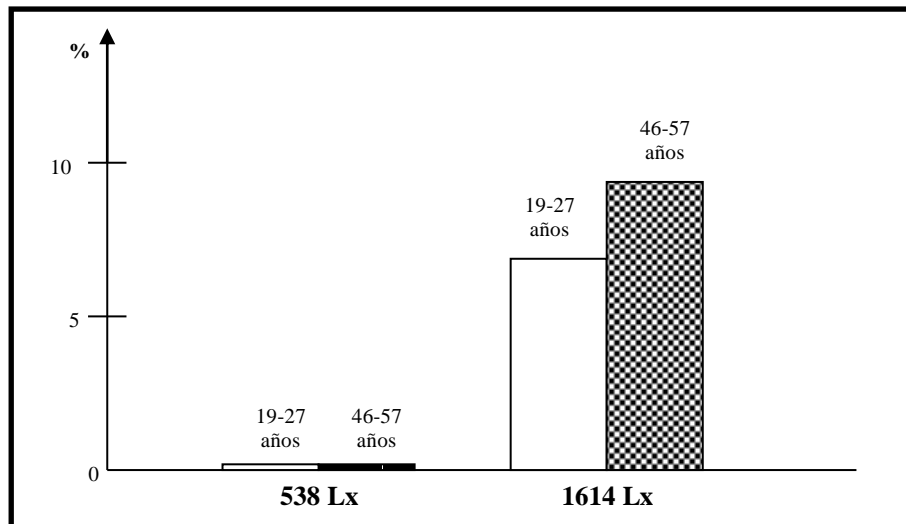
### **13.5. ENVEJECIMIENTO**

En el transcurso de su vida el hombre va sufriendo alteraciones, en las cuales no sólo a partir de su nacimiento se desarrolla, sino que con el aparece el envejecimiento fenómeno del cual la vida no se salva.

Lamentablemente es muy difícil obtener datos estadísticos respecto a todos estos problemas más si observamos que en nuestro país son prácticamente inexistentes por ello nos moveremos con los pocos que hay y además son hechos o relevados en el exterior, si bien muestra una realidad esta no es la nuestra, que desde ya es algo más cruda.

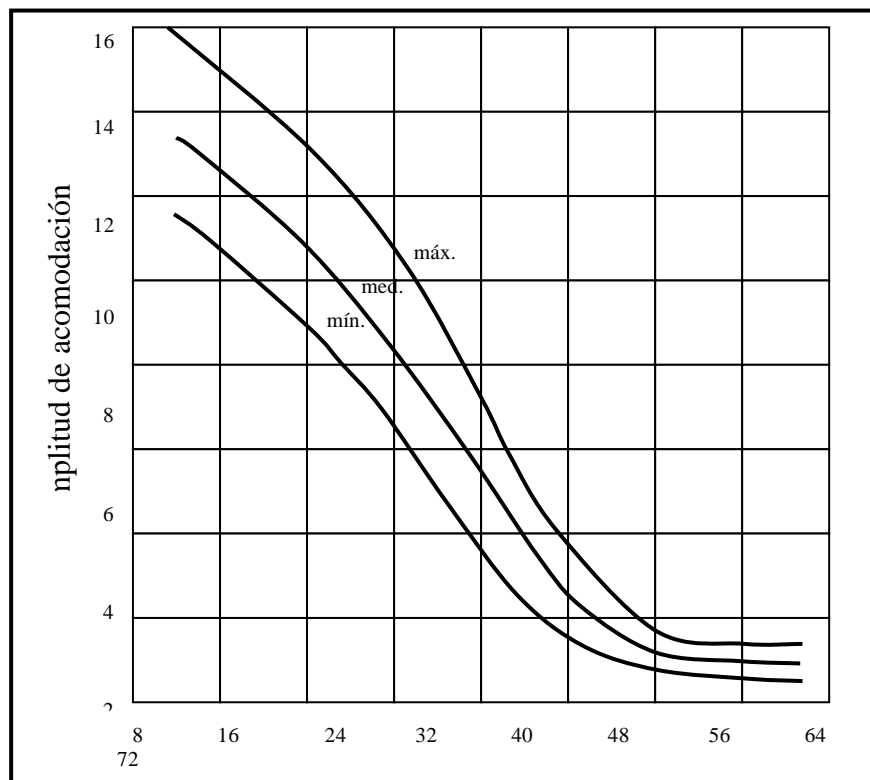
Haciendo un estudio profundo podemos llegar a muchas conclusiones; comenzando por analizar el aumento relativo de productividad entre colaboradores de una firma en base a su edad, en tareas visuales cuando varía su iluminación (ver **figura 13.59.**), podemos decir que el aumento de productividad en base al aumento de iluminación es mucho mayor en las personas de edad avanzada.





**Figura 13.59.:** Aumento relativo del desempeño de obreras jóvenes y de más edad en una tarea visual cuando la iluminación aumenta (según Hughes & Mac Nelis, 1978)

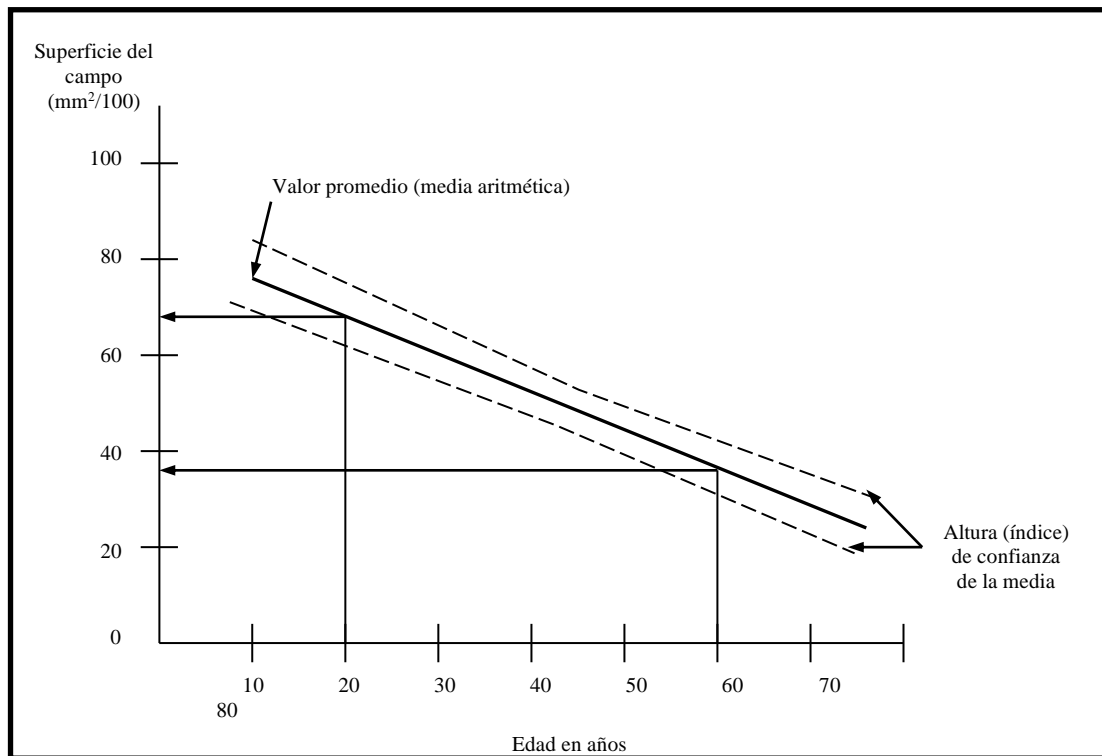
Así mismo podemos estudiar muchos más elementos para una toma de decisión de lo que ocurre con el hombre sobre la base de su edad, en la siguiente representación tenemos denotado lo que ocurre con la acomodación (ver el punto 13.3.6.2) en el transcurso del tiempo.



**Figura 13.60.:** Pérdida de acomodación con el avance de la edad.

La figura anterior es una clara demostración de la pérdida de acomodación con el avance de la edad.

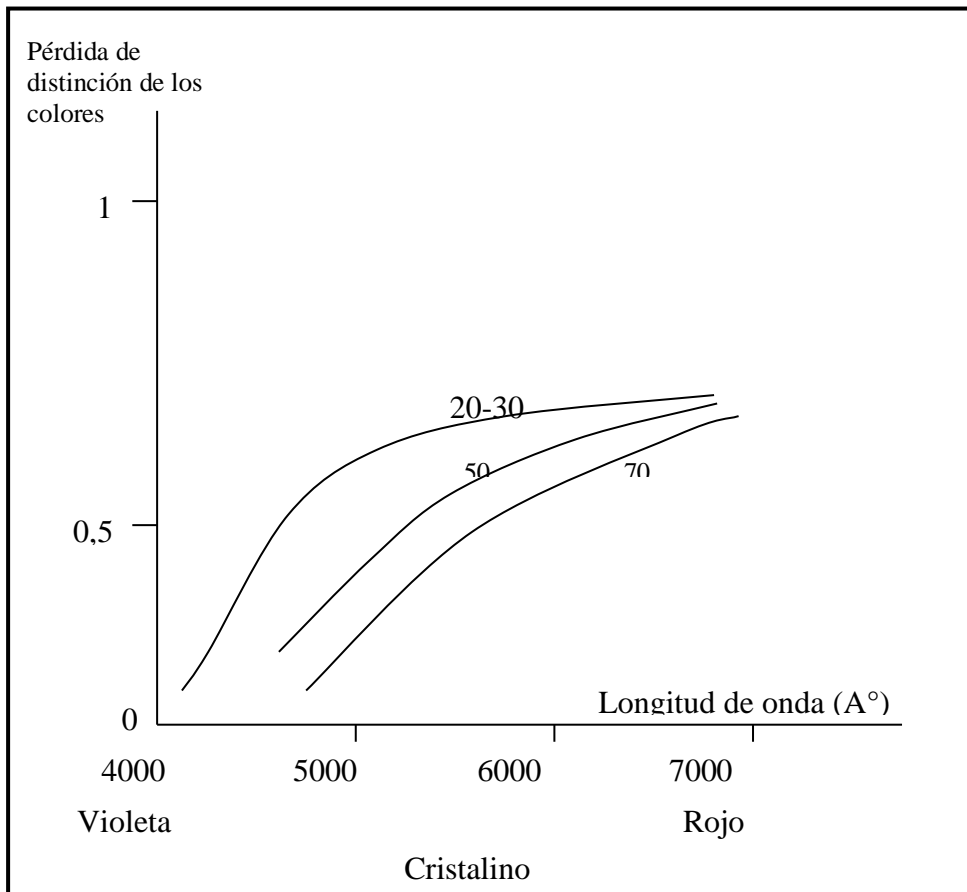
Otro elemento que se altera con el avance de la edad es la superficie del cono visual para interiorizarnos recurrimos a la **figura 13.55.**, en la cual se observa la gran disminución que se genera desde los 20 años de edad hasta los 60.



**Figura 13.61.:** Disminución de la superficie del campo visual en función de la edad (según Williams 1983) (Test Ia de Goldman a 33 cm).

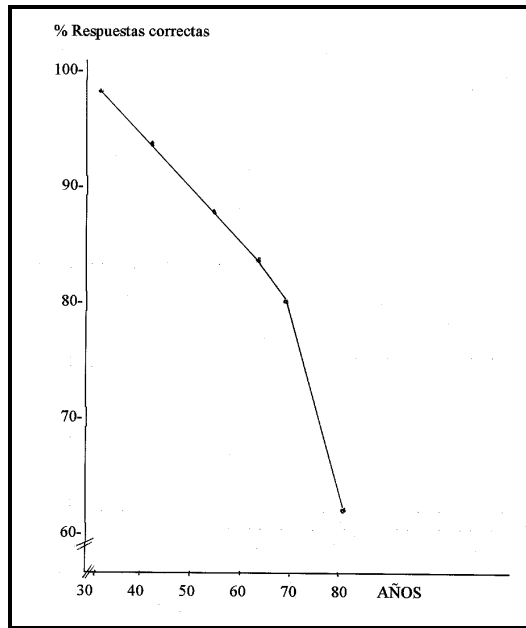
También con la edad se afectaba la se opera una pérdida de transmisión de luz a través del cristalino, la cual varía no sólo con ella sino; también en función de la longitud de la onda de la misma, razón por la cual la pérdida de distinción de colores varía en base a ellos mismos. Esto se observa en la **figura 13.62.**, base del estudio de LE GRAND hecho en 1960.

Factor especial de transmisión



**Figura 13.62.:** Le grand (1960)

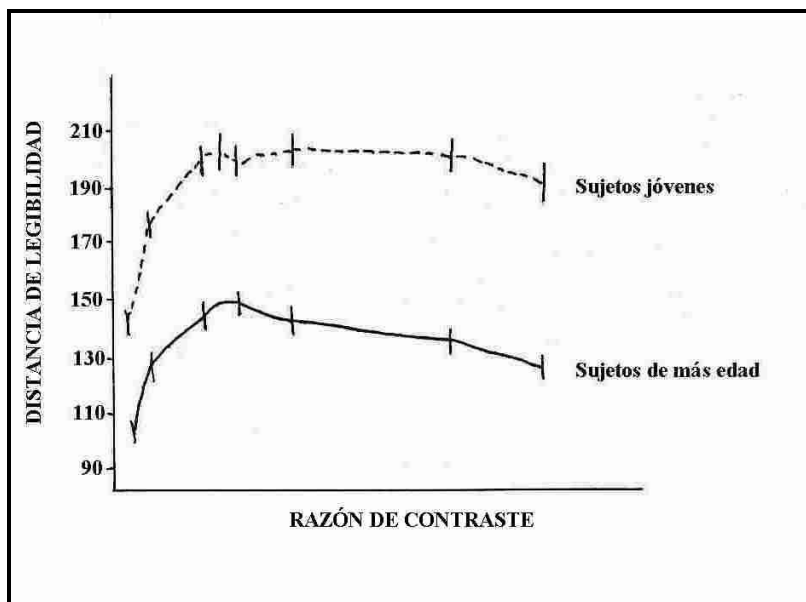
Con respecto a la percepción de profundidad tiene también una pérdida importante con la edad la cual se agudiza a partir de los 50 años (ver figura 13.63).



**Figura 13.63.** Percepción de la profundidad y la edad. Bell Et Coll (1972)

Según se observa en el contraste de luminancia (Ver punto 13.3.6.4), este también es afectado por la edad, razón por la cual es de importancia la consideración de este factor en la interpretación de señales por los conductores sobre todo en los horarios nocturnos.

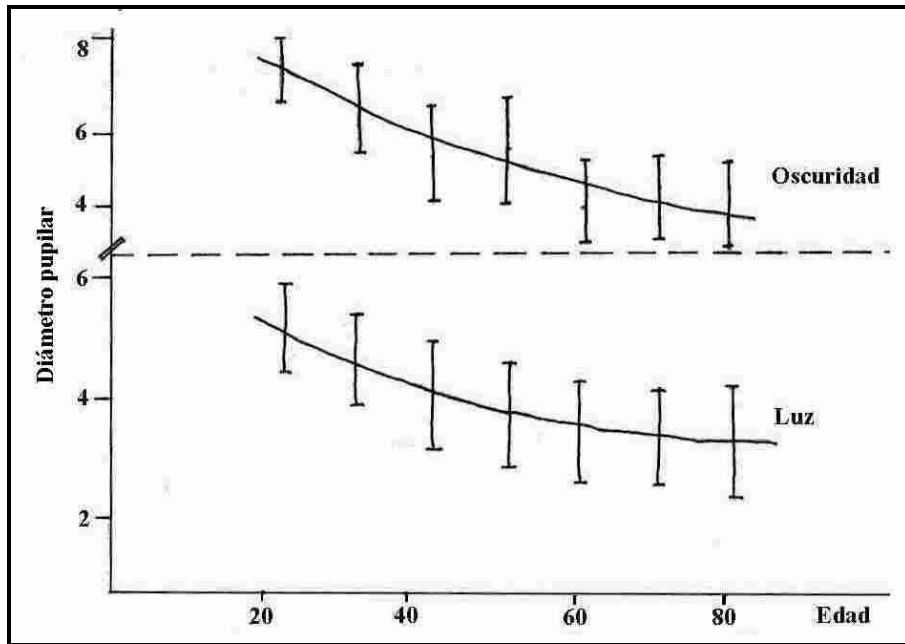
En la siguiente figura se observa la pérdida de la legibilidad de las señales.



**Figura 13.64:** Distancia de legibilidad en función del contraste de luminancia y de la edad (en SIVAK y col, Efecto de la edad de los conductores sobre la legibilidad de las señales ruterias durante la noche, Human factors, 1981, 23, 59-64).

Un arco digno de ser considerado es la variación del diámetro de la pupila, lo que nos da una clara idea de la evolución de este con la edad.

En la Figura 13.65 se ve la reducción que sufre en función del tiempo y con la variable de iluminación.



**Figura 13.65.** BIRREN Y COLL 1950 (EN BIRREN 1959)

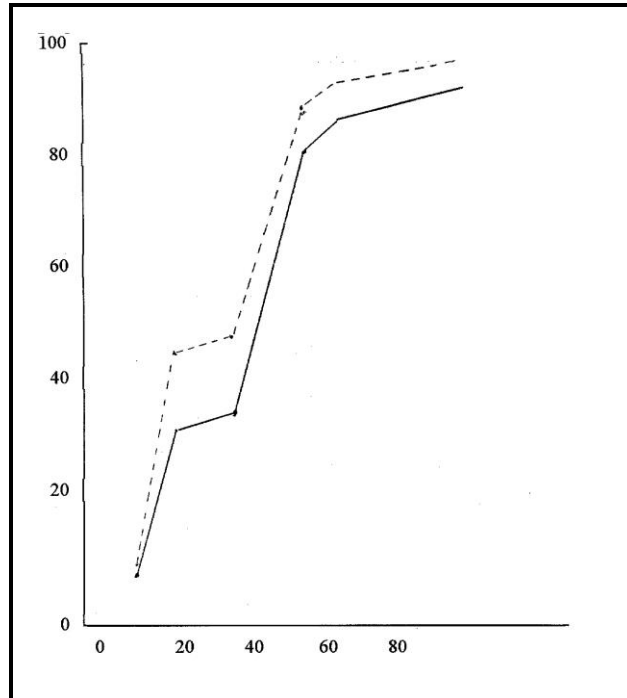
Por otra parte, en la ocupación de puestos de trabajos se debe tener en cuenta que las necesidades de iluminación del hombre se acrecientan con el avance de la edad. Las actividades en las que la vista está más exigida, deberían efectuarse por mano de obra joven, o bien se deben equiparar las intensidades luminosas de acuerdo con la edad, como muchas personas de edad avanzada la visión tiende a perderse. Por lo tanto, los niveles de iluminación que resultan adecuados para los jóvenes puede que no sean los adecuados para personas mayores. A este respecto, Blackwell basándose en la realización visual de personas de diferentes edades, han conseguido multiplicadores de contraste\* para grupos de edades diferentes, utilizando la realización media de un grupo de veinte a veinticinco años como base de 1,00.

Los multiplicadores para valores medios de algunos otros grupos son: cuarenta años, 1,17; cincuenta años, 1,58; y setenta y cinco años, 2,66. Para solucionar las exigencias de poblaciones con proporciones más altas de edad, se necesitarían multiplicadores más altos, hasta 6,92 (Mc Kormick).

<b>Trabajadores jóvenes</b>	<b>Trabajadores mayores</b>	<b>Incremento en %</b>
<b>Lux</b>	<b>Lux</b>	
<b>120</b>	<b>250</b>	<b>109</b>
<b>200</b>	<b>400</b>	<b>100</b>
<b>300</b>	<b>550</b>	<b>83</b>
<b>500</b>	<b>800</b>	<b>60</b>
<b>900</b>	<b>1100</b>	<b>22</b>

**Figura 13.66.:** Necesidad de iluminación de trabajadores jóvenes (alrededor 20 años) y mayores (alrededor de 60 años) para iguales condiciones de rendimiento (según Hettinger y otros, 1976)

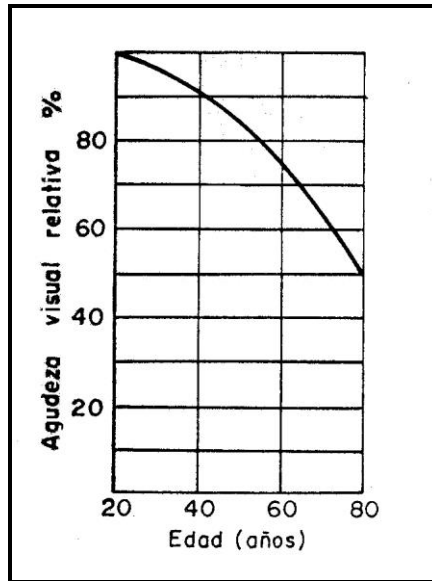
Podemos también ver la evolución del uso de lentes en los EE.UU, en función de la edad.



**Figura 13.67:** Uso de lentes correctores según la edad y el sexo. Centro nacional (EE.UU.) para estadísticas sobre salud.

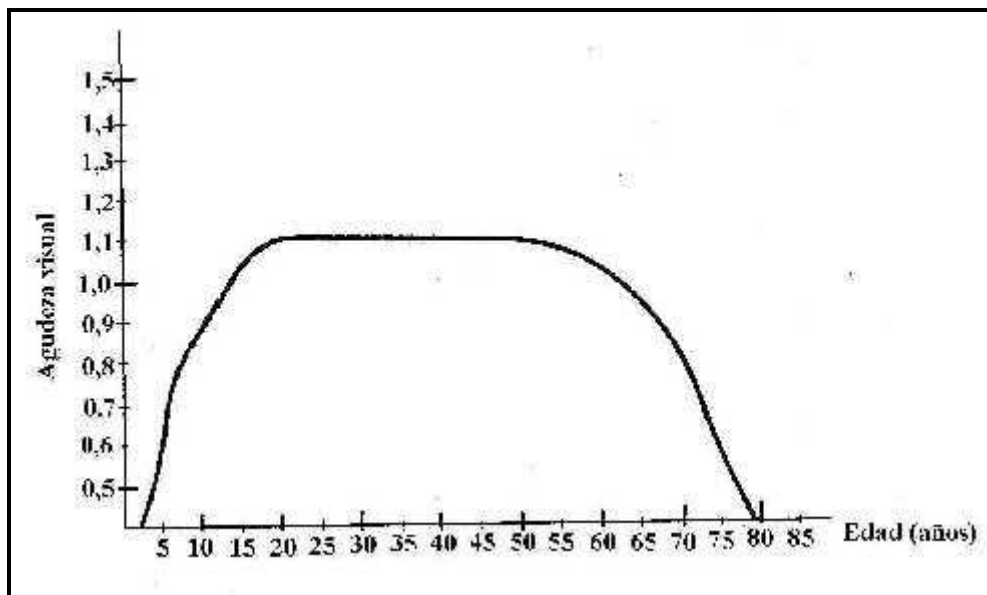
NOTA:

El uso de tanto gráfico puede ser pesado y obligar a pensar y deducir fenómenos, Pero la verdadera razón de su presentación se debe a que se pretende que el lector posea más de un elemento de evaluación y/o referencia para realizar trabajos sobre los problemas que tenga que enfrentar en lea estudio de puestos de trabajo con personas de edad avanzada



**Figura 13.68.:** Gráfico de la variación de la agudeza visual en función de la edad

También se puede expresar la pérdida de la agudeza según el siguiente gráfico.



**Figura 13.69.:** Variación de la agudeza visual con la edad. Según Winifred Hathaway "Educación and health of seeing child" Columbia Univ. Nueva York.

### 13.6. ASPECTOS RELATIVOS A LA LUZ

El hombre, un animal de hábitos diurnos tiene de hecho una gran dependencia del Sol, fuente de iluminación natural del planeta. Sin embargo, al transcurrir el tiempo fue cambiando su forma de actuar ampliando su período de actividad, siendo en la actualidad las 24 horas del día.

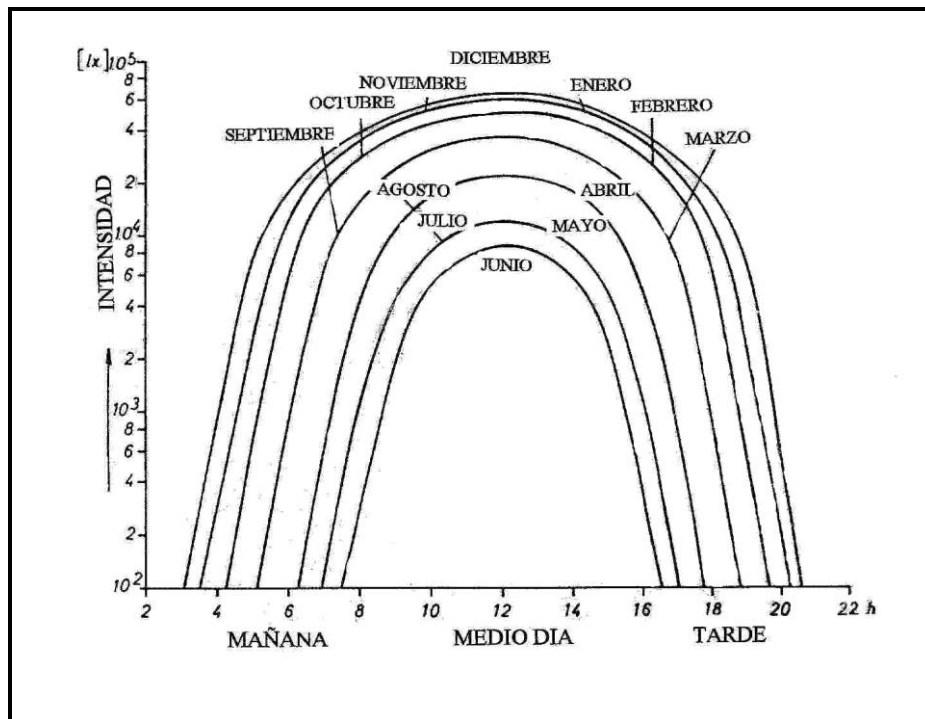
En consecuencia, cuando las actividades se realizan en horas en que el Sol no ilumina o, en el interior de recintos, le es necesario recurrir a una fuente artificial de iluminación, en consecuencia recurre según su necesidad a dos formas de iluminación:

- Iluminación natural.
- Iluminación artificial.

#### 13.6.1. ILUMINACION NATURAL

La iluminación natural es la que proviene directa o indirectamente del Sol en actividades al aire libre en primer caso o a través de ventanas, tragaluces, claraboyas, etc., (en el interior de edificaciones), en segundo caso.

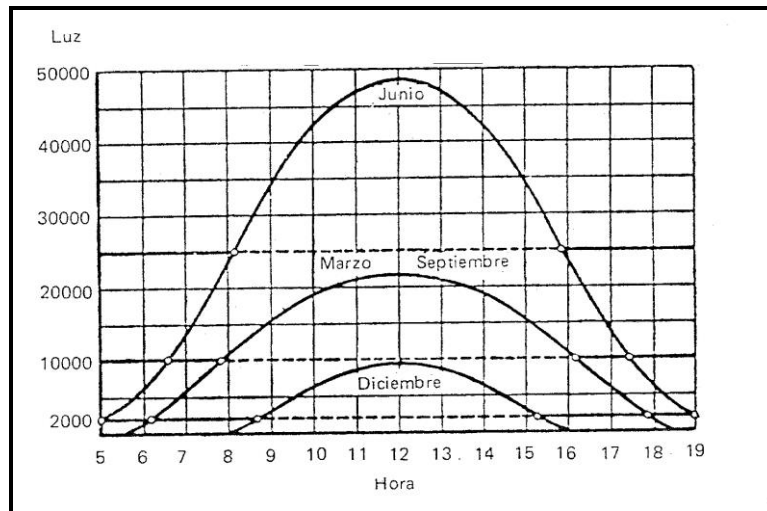
El hombre está adaptado a la iluminación natural, pero su intensidad no es siempre igual, sino que varia en el transcurso del día y de la época del año, (ver **figura 13.70**).



**Figura 13.70:** Intensidad de iluminación en función de las horas del día y de la estación del año a 51\* de latitud sur por ejemplo como referencia Puerto Coig Santa Cruz. (Melo 2003)

También se puede dar por ejemplo la iluminación media horizontal en el exterior en el hemisferio norte (para poder utilizarla en el hemisferio sur hay que rotar los meses)





**Figura 13.71.:** Iluminación media horizontal en el exterior (luz natural), en distintas épocas del año en EEUU. Según T. Preston "Theory of Light" ", Mac Millan & Co. New York

También son fuente de luz natural todos los astros del firmamento, pero salvo la Luna ningún otro puede dar suficiente luz como para permitir ver al hombre, debido a esta causa los seres humanos recurren a la generación de luz artificial la cual le permita ver con claridad cuando el astro rey se haya retirado del firmamento.

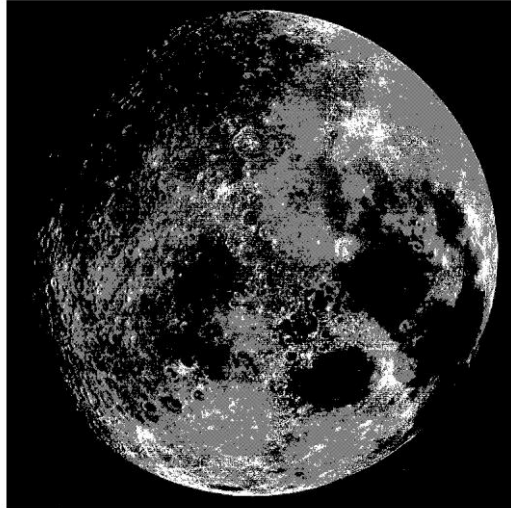
### **13.6.2. ILUMINACION ARTIFICIAL**

Toda fuente de luz creada por el hombre es artificial y ello no significa que esta es antifisiológica, además la iluminación artificial bien estudiada llega a satisfacer perfectamente las necesidades humanas

Hay muchos tipos de fuente de luz artificial, pero en la actualidad, las de uso predominante son las que se generan con energía eléctrica, por lo general las fuentes de luz artificial se denominan lámparas.

En la actualidad existen muchos tipos de lámparas eléctricas, las cuales se clasifican en dos grandes grupos:

- Lámparas de incandescencia
- Lámparas de descarga



**Figura 13.72.:** La Luna fuente de luz natural más importante después Sol

### **13.6.2.1. LAMPARAS DE INCANDESCENCIA**

Son las que producen luz mediante el calentamiento por energía eléctrica de un alambre  $\propto$  filamento.

La energía eléctrica pasa a través del filamento el cuál ofrece resistencia, la que hace que se caliente a una temperatura muy alta, por lo que pasa a emitir radiación la cual cae en la zona del espectro visible por el hombre

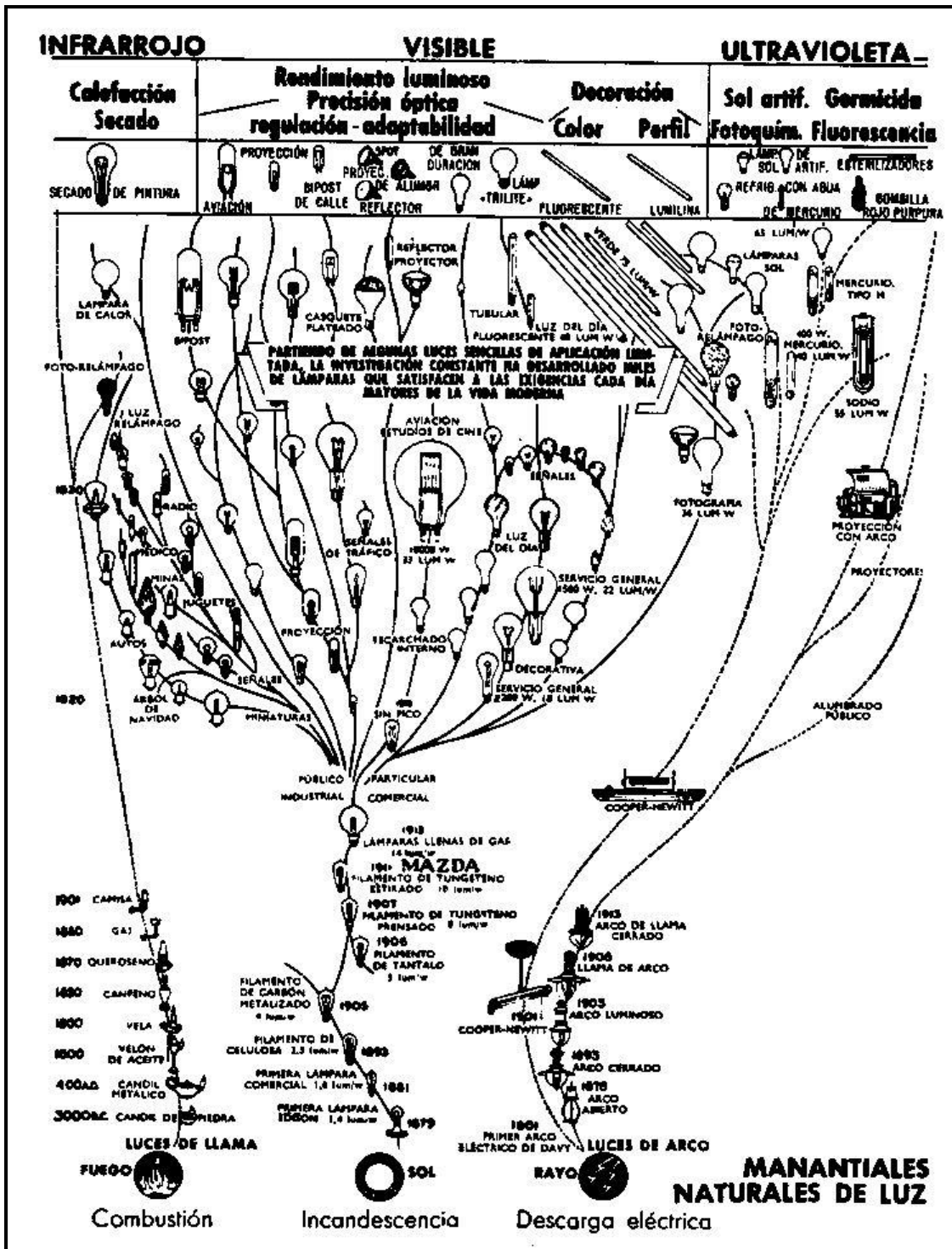


Figura 13.73.: Gráfico de la luminotecnica (según General Electric Co.)

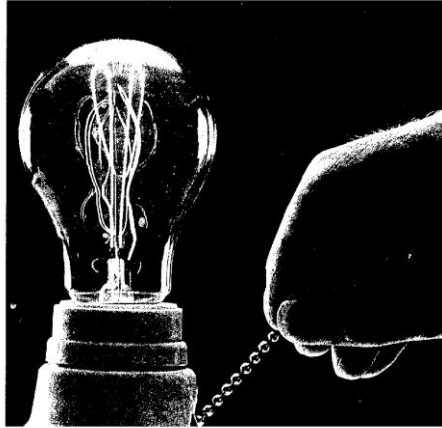


Figura 13.74. Lámpara incandescente

### 13.6.2.2. LAMPARA DE DESCARGA

En estas la luz es producida por la descarga eléctrica a través de un gas, vapor metálico, o una mezcla de varios gases y/o vapores, directamente o mediante fósforo

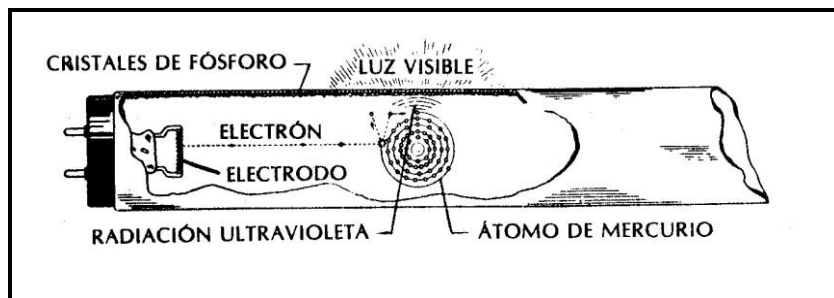


Figura 13.75.: Como se produce la luz en una lámpara fluorescente. (Westinghouse Electric Corporation).

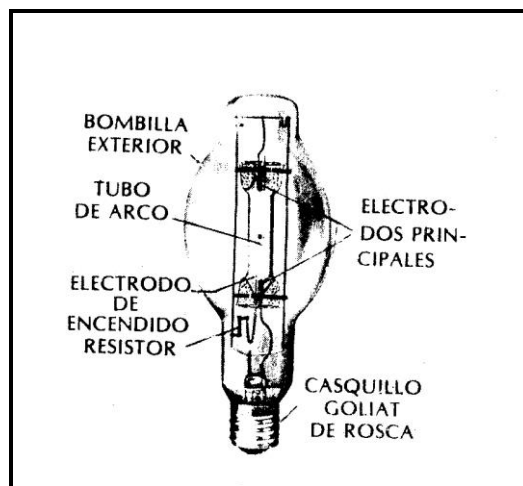


Figura 13.76.: Lámpara de mercurio (Westinghouse Electric Corporation).

### 13.6.3. SISTEMA DE ALUMBRADO

Existen diversos sistemas de alumbrado dentro de los cuales se debe buscar en cada caso el tipo que se adecue más al trabajo y a la persona; buscando siempre la estimulación visual y la confiabilidad. Para ello consideramos la distribución luminosa de la luminaria, (fuente de iluminación), de la siguiente manera:

- 1) Alumbrado directo
- 2) Alumbrado semidirecto
- 3) Alumbrado difuso general
- 4) Alumbrado semiindirecto
- 5) Alumbrado indirecto

#### 13.6.3.1. ALUMBRADO DIRECTO

Se designa como alumbrado directo a aquel en cual la luz que emite la o las luminarias se dirige hacia abajo en ángulos por debajo del plano horizontal, en una cantidad superior al 90 % y además las superficies luminosas son visibles. Este alumbrado es eficaz desde el punto de vista cuantitativa

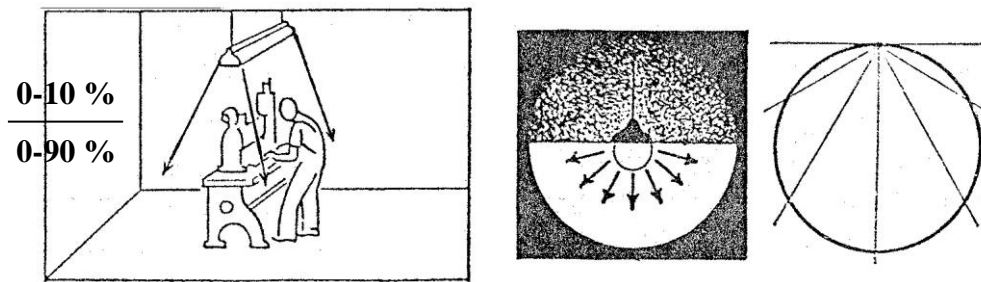


Figura 13.77.: Alumbrado directo, flujo dirigido hacia abajo > 90 %

#### 13.6.3.2. ALUMBRADO SEMIDIRECTO

Se designa como alumbrado semidirecto a aquel en el cual la luz que emiten la o las luminarias se dirigen hacia abajo en un ángulo por debajo del plano horizontal, en una cantidad superior al 60 % e inferior al 90 %

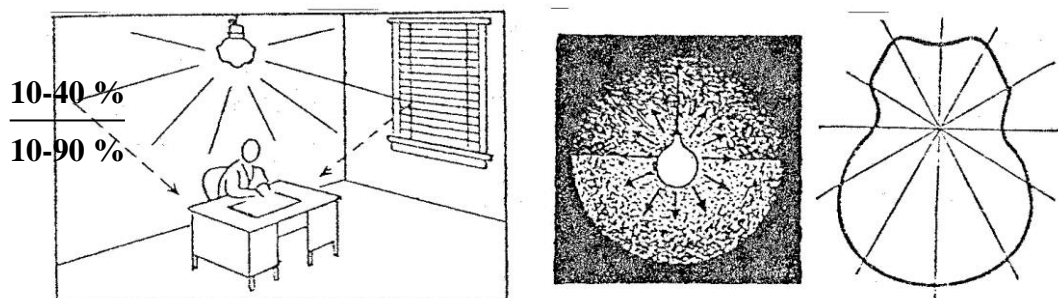
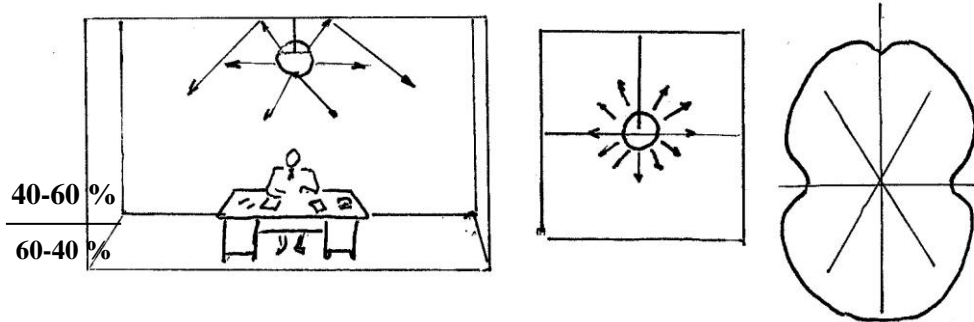


Figura 13.78.: Alumbrado semidirecto, Flujo dirigido hacia abajo 60 – 90 %

### **13.6.3.3. ALUMBRADO DIFUSO GENERAL (UNIFORME)**

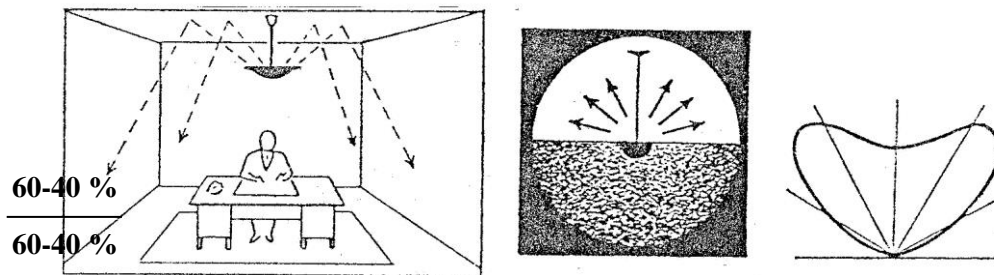
Se designa como alumbrado difuso general a aquel en el cual la luz que se emite por la luminaria o luminarias se dirige hacia abajo en un ángulo por debajo del plano horizontal en una cantidad superior al 40 % y menor al 60 %).



**Figura 13.79.:** Alumbrado difuso general o uniforme, flujo dirigido hacia arriba y hacia abajo 40 – 60 %

### **13.6.3.4. ALUMBRADO SEMI INDIRECTO**

Se denomina como alumbrado semi indirecto a aquel en el cual la luz que es emitida por la luminaria o luminarias se dirige por encima del plano horizontal en una cantidad superior a 60 % e inferior al 40 %



**Figura 13.80.:** Alumbrado semi indirecto, flujo luminoso dirigido hacia arriba 60 – 90 %

### **13.6.3.5. ALUMBRADO INDIRECTO**

Se designa como alumbrado indirecto a aquel en que la luz emitida por la luminaria o luminarias se dirige hacia el techo en un ángulo por encima de la horizontal en una cantidad mayor al 90 %, llega al plano de reflexión y no se observan superficies luminosas

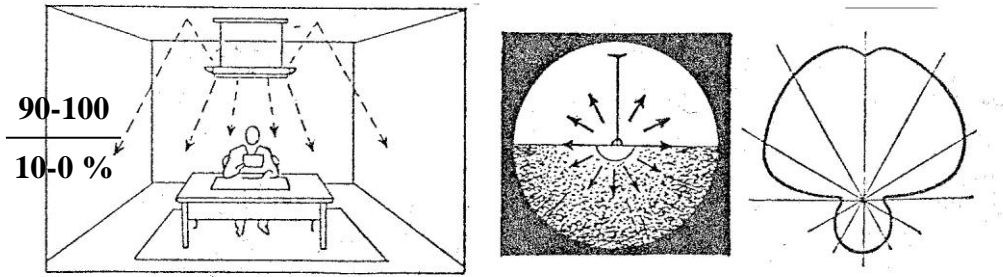


Figura 13.81.: Alumbrado indirecto, flujo luminoso dirigido hacia arriba > 90 %

#### 13.6.4. TIPOS DE DISTRIBUCION LUMINOSA

Al considerar la distribución luminosa sobre el área a iluminar se tiene la siguiente clasificación:

- 1) Alumbrado general
- 2) Alumbrado localizado
- 3) Alumbrado suplementario

NOTA:

Durante toda su evolución el hombre utilizó para ver su entorno la visión lejana, pues la mayoría de sus actividades así lo requerían, (la caza, la pradera, el mar, el pastoreo, etc.), salvo las artesanías donde requería una visión próxima, pero cuando comenzó la industrialización, este necesitó cada vez más su visión de proximidad, de allí que surja la necesidad de una buena iluminación, la que impulsa el desarrollo de técnicas cada vez más eficientes de alumbrado.

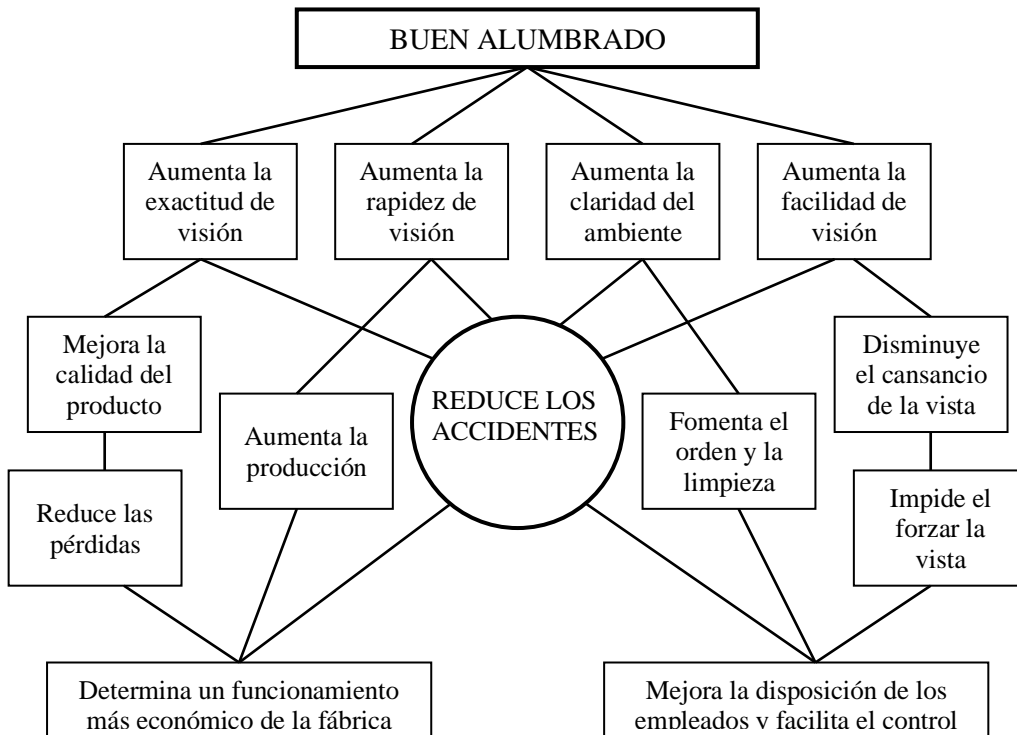


Figura 1382: Ventajas de una buena iluminación

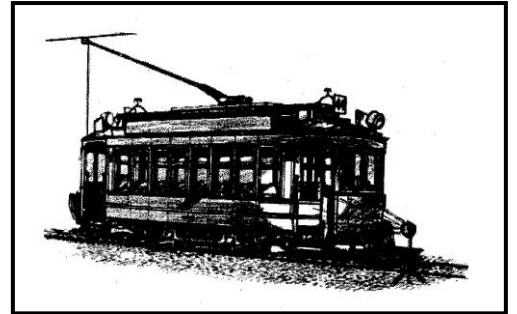
### 13.6.4.1. ALUMBRADO GENERAL

Se designa como tal a la iluminación que proporciona una distribución regular de las luminarias de un local sin tener en cuenta las necesidades particulares de ciertas áreas

### 13.6.4.2. ALUMBRADO LOCALIZADO

Se denomina como alumbrado localizado a aquel en que la luminaria o luminarias se dirigen a un punto localizado, superficie o cuerpo en particular desde una dirección o punto en particular sin interesar la iluminación del entorno

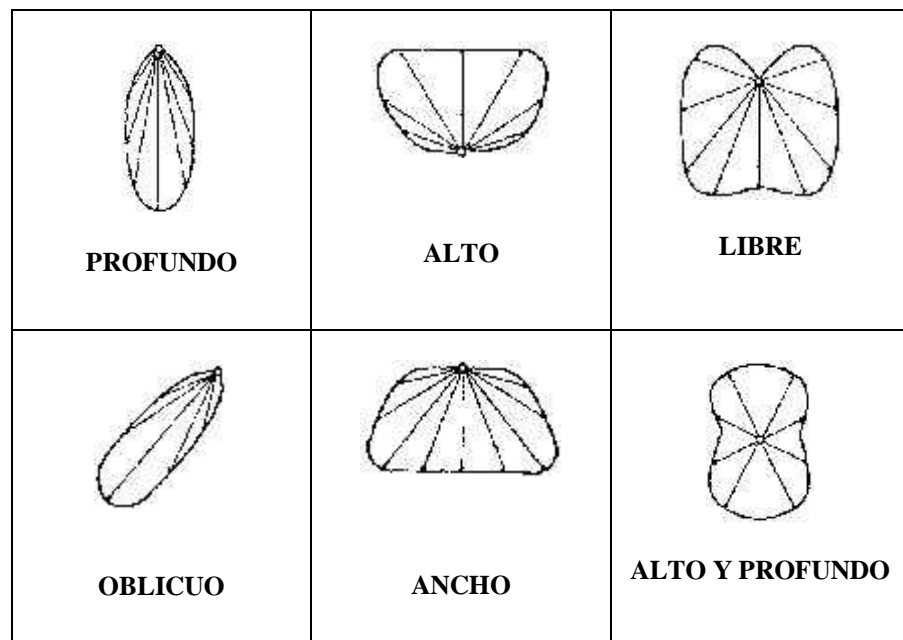
Proporciona una distribución irregular de la luminosidad en los puestos de trabajo



**Figura 13.83.:** Alumbrado localizado

### 13.6.4.3. ALUMBRADO SUPLEMENTARIO

Se denomina como tal a aquel que suplementa a una iluminación insuficiente para reforzar a iluminación general del área, satisfaciendo las necesidades del puesto de trabajo

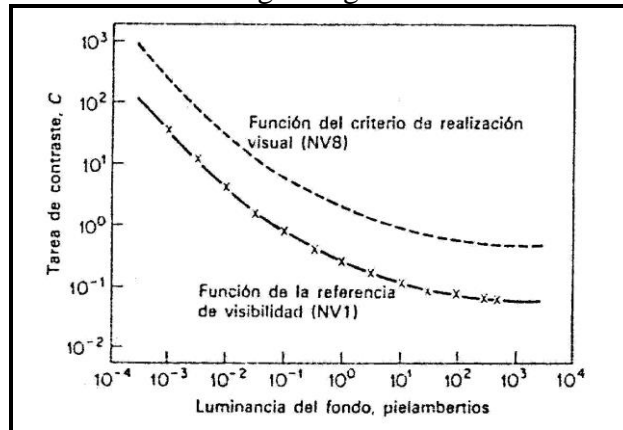


**Figura 13.84.:** Algunas características de la forma de distribución



### 13.6.5. NIVEL DE VISIBILIDAD (NV) (CRITERIO DE REALIZACION VISUAL)

Blackwell en sus investigaciones con el fin de establecer niveles de iluminación recomendables se basó en los conceptos de nivel de visibilidad (NV), y función de referencia de la visibilidad. Comenzando con la función de referencia de la visibilidad, que aparece en la curva inferior de la figura siguiente.



**Figura 13.85.:** Curvas de nivel de visibilidad (NV)

En donde la curva (derivada de las investigaciones de Blackwell), representa el contraste de luminancia, (en el eje vertical), que se necesita a diferentes niveles de luminancia de fondo, (en el eje horizontal), a fin de alcanzar el umbral de visibilidad de un puesto de trabajo donde se realicen tareas visuales

En la figura anterior se observa que, cada una de las curvas representa combinaciones de luminancia y contraste necesarias para una visibilidad igual. NV 1 (función de referencia de la visibilidad), es una curva básica relacionada con la luminancia, necesita para alcanzar un umbral de la visibilidad que permita una tarea estética consistente en distinguir un disco luminoso de 4 minutos de arco expuesto durante 1/2 segundo.

(Los observadores que intervinieron en esta fase de ajustaron el contraste del disco en relación con el fondo en la línea fronteriza entre la "visibilidad" y la "invisibilidad")

La curva resultante muestra la relación entre el contraste y luminancia para obtener la visibilidad de un objeto visual determinado

"La función básica de la referencia de visibilidad es una entre los posibles niveles de Visibilidad (NV), a la que se designa como NV1. Por encima de esta cabe ver diversas curvas NV, cada una de las cuales reflejaría iguales niveles de visibilidad superiores a la curva de umbral NV1.

Es esta una razón por la cual todos los trabajadores deben pasar regularmente exámenes oftalmológicos.

"En la práctica alguien podría querer utilizar un nivel un nivel de luminancia que proporcionase algo más que el "umbral" de discriminación para una tarea como la que utilizó Blackwell en su experimento". "En el desarrollo de un nivel de "sentido común" que pudiera adaptarse a muchas tareas reales, deberían tenerse en cuenta tres factores y para cada uno de ellos se hizo un ajuste compensatorio respecto al NV1". "Los ajustes

se hicieron en lo tocante a la diferencia de niveles de visibilidad necesarios para compensar las diferencias en los siguientes factores":

- 1- Presentación estática contra la dinámica de la misma tarea visual (es decir, objetivo).
- 2- La diferencia entre saber y no saber donde, y cuando una tarea visual (o sea objetivo) puede aparecer en un campo visual; y
- 3- Las diferencias entre un 50 % de probabilidades de detección del objetivo y el estándar más práctico de un 99 % de probabilidades".

“Los multiplicadores estadísticos de estos tres factores son 2,78; 1,5 y 1,9 respectivamente, que, multiplicados juntos, dan un producto de casi 8”. La curva superior de la *figura 13.85*. refleja la combinación de estos y está marcada NV8. Por lo tanto, esta curva puede considerarse que caracteriza las combinaciones de contraste y luminancia necesarios para la igual visibilidad de una tarea visual estandar bajo las condiciones de los tres factores mencionados anteriormente” (Mc Kormick).

### **13.6.5.1. DETERMINACIÓN DE RECOMENDACIONES SOBRE EL NIVEL DE ILUMINACIÓN**

Como se mencionó Blackwell proporcionó una base para la determinación de los niveles de iluminación para distintas labores; nosotros discutiremos sobre factores que resultan básicos para estos procedimientos, en contraste luminoso del detalle de trabajo y la luminancia de fondo de la tarea.

En general una tarea visual necesita la detección de algunas características de detalle de un objeto, u otro elemento que uno pueda captar dentro de su campo visual.

La existencia del contraste luminoso del detalle en una determinada tarea hace referencia a la diferencia de luminancia entre estas características y el fondo, tal como sucede entre las letras o pictogramas de un cartel de señalización y su fondo. Dicho contraste en combinación con el tamaño de los símbolos señalados afecta a la dificultad de la tarea. La luminancia de fondo hace referencia al total de la luz reflejada desde el fondo, (ejemplo una señal de seguridad o prevención).

Al determinar las exigencias de iluminación en una tarea en particular, se concreta, mediante un método en particular, un valor de contraste equivalente con la tarea estándar (representado como NV8 en la figura anterior).

El valor establecido puede ser utilizado para la determinación de la luminancia necesaria en pL, como se tomándola de la *figura 13.85*. o por otro método

La luminancia necesaria en pL sirve para establecer la iluminación en pc necesaria para producir la luminancia requerida. Esta depende de la reflectancia del fondo, se hace un ajuste adicional para tenerlo en cuenta derivado el pc necesario para la tarea.

$$\text{Iluminación necesaria} = \frac{\text{Luminancia exigida,}}{\% \text{ de la reflectancia}}$$

La reflectancia influye directamente sobre las necesidades de iluminación en pc como se observa en la **figura 13.86**.

<u>ILUMINACIÓN NECESARIA, pc PARA TRES NIVELES DE REFLECTANCIA</u>			
Luminancia exigida, pL	80 %	50 %	20%
40 pL	50	80	200
100 pL	125	200	500

**Figura 13.86.** Iluminación necesaria para tres niveles de refractancia con respecto a dos niveles de luminancia (Mc Kormick)

Se da por hecho que la iluminancia es una consecuencia directa del alumbrado por lo tanto las normas de Seguridad e Higiene en el trabajo determinan valores en función de las tareas que se van a realizar, pero a veces esto no es suficiente

Para tareas visuales la Norma UNE 72-112-85, hace una clasificación en base a las exigencias (ver **figura 13.87**). Dichas tareas visuales se suponen realizadas por personas con edad comprendidas entre 20 y 30 años con visión normal. Para personas de mayor edad o con defectos visuales, la misma tarea tiene una exigencia mayor (ver punto 13.5.)

También las normas DIN establecen niveles de iluminación recomendados en actividades industriales (ver **figura 13.88**.)

REFERENCIA	EXIGENCIA	EJEMPLO DE TAREA
A	Muy simple	Vigilancia de grandes espacios
B	Simple	Circulación por vestíbulos
C	Muy fácil	Almacenamiento sin clasificar
D	Fácil	Lavado de vehículos
E	Normal	Reparación de vehículos
F	Difícil	Visualización en pantallas normales
G	Muy difícil	Visualización en pantallas grandes
H	Complicada	Igualación de colores
I	Muy complicada	Igualación de colores

**Figura 13.87.**

<b>NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN TIPOS DE ACTIVIDAD</b>			
<b>Categorías</b>	<b>Definición</b>	<b>Ejemplos</b>	<b>Iluminación recomendada</b>
I. Tareas "muy finas"	Observación constante y por mucho tiempo de detalles al límite del poder visual	Trazado fino, fabricación de instrumentos de precisión, industria de confección y electrónica	1000 lux
II. Tareas "finas"	Recintos y trabajos no incluidos en las categorías I, III o IV	Trabajos administrativos normales, aulas, salas de reuniones, oficinas, talleres mecánicos, montaje de automóviles, aseos, etc.	500-1000 lux
III. Tareas "normales"	Normalmente se excluye la percepción de detalles pequeños	Almacenes, talleres de estampado, etc.	250-500 lux
IV. Tareas "bastas"	No se trabaja continuamente	Depósitos, garajes.	125-250 lux

**Figura13.88.:** NORMA DIN 5035 Niveles de iluminación recomendados en actividades industriales

<b>NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS EN ACTIVIDADES INDUSTRIALES</b>	
<b>Clase de recinto y actividad</b>	<b>Iluminación lux</b>
<b>Recintos de trabajo</b>	
<b>Recintos generales</b>	
Depósitos	30
Garajes	60
Almacenes	120
Vestuarios, lavabos, duchas, WC	120
Embalaje, expedición	250
<b>Oficinas y administración</b>	
Trabajos de oficina con fáciles cometidos visuales	250
Cajas y ventanillas	250
Salas de reunión	250
Trabajos de oficina con normales cometidos visuales, como contabilidad, mecanografía, proceso de datos	500
Dibujo técnico	1000
Amplias oficinas	1000
<b>Industria química</b>	
Trabajos en hornos, destilerías, instalaciones de rectificación, serrerías, mezcladoras, laminación, molinos, agitadores, pulverizaciones, secadores.	60
Trabajos en filtros, electrólisis, decantado, básculas, centrifugadores, granuladoras, embudos, prensas de extrusión, máquinas inyectoras, máquinas de tintorería, máquinas sopladoras, máquinas, máquinas estratificadoras, calandriadoras.	120
Laminadoras, mezcladoras, rotativa, máquinas tabletadoras, moldes para artículos de goma, vulcanización, prensas para plástico, laboratorios.	250
Emulsiones, análisis, trabajos de control, preparación de recetas, confección, laboratorios de investigación.	500
Pruebas de colores	1000
<b>Curtidos, tratamiento de pieles</b>	
Trabajos en bodegas y cavas.	120
Raspado, cortado, refinado y batanado de la piel.	250
Guarnecido, respunteado, cosido, pulido, clasificado, prensado, cortado, estampado, fabricación de zapatos.	500
Teñido de pieles.	750
Control, comprobación de colores, exigencias medias en la calidad.	750
Altas exigencias en la calidad.	1000
Muy altas exigencias en la calidad.	1500

**Figura 13.89a.:** NORMA DIN 5035 Niveles de iluminación recomendados en actividades industriales

Clase de recinto y actividad	Iluminación Lux
<b>Industria electrotécnica</b> Fabricación de cables y conductores, barnizado, inmersión de bobinas, montaje de grandes máquinas, galvanizado, trabajo de montaje sencillo, bobinados e inducidos con alambre basto. Montaje de teléfonos, pequeños motores, bobinados e inducidos con alambre tipo medio. Montaje de aparatos de precisión, aparatos de radio y televisión, bobinado con alambre fino, fabricación de fusibles, ajuste, control y medida. Montaje de piezas de precisión, piezas electrónicas para montaje. Piezas subminiatura.	200 500 1000 1500 2000
<b>Industria y manufactura (distintos ramos)</b> Cometidos visuales simples, p. ej. forja. Cometidos visuales medios, p. ej. talleres de pintura y tapizado. Cometidos visuales difíciles, p. ej. mosaicos. Cometidos visuales en los que es importante reconocer los colores, p. ej. teñido de pelo y matizado.	120 250 500 750
<b>Carpintería</b> Fosos de evaporación. Cuadro de sierra. Trabajos en la cepilladora, encotado, serrado, montaje. Selección de contrachapados, pulido, barnizado, marquetería, carpintería modelista. Trabajos en máquinas de carpintería, torneado. Control de salida en fábrica de muebles.	60 120 250 500 500 750
<b>Siderurgia, laminación, fundición</b> Preparación de arena. Plataformas, hornos y tinglados de colada, rebabado, chorro de arena, laminado en basto, trefilado de alambres gruesos. Modelación manual y mecánica, fundido inyectado, fundido en coquilla, laminado y trefilado en perfiles entrefinos y chapas. Preparación de machos, construcción de moldes de precisión, control de piezas de fundido por inyección, laminado de chapa fina, trefilado en alambres finos, control de chapa.	60 120 250 500
<b>Centrales eléctricas</b> Estaciones de conexión al aire libre (centrales y redes de control) Estaciones de distribución. Salas de calderas. Salas de máquinas e instalaciones. Cuadros de conexión	30 60 120 250 500

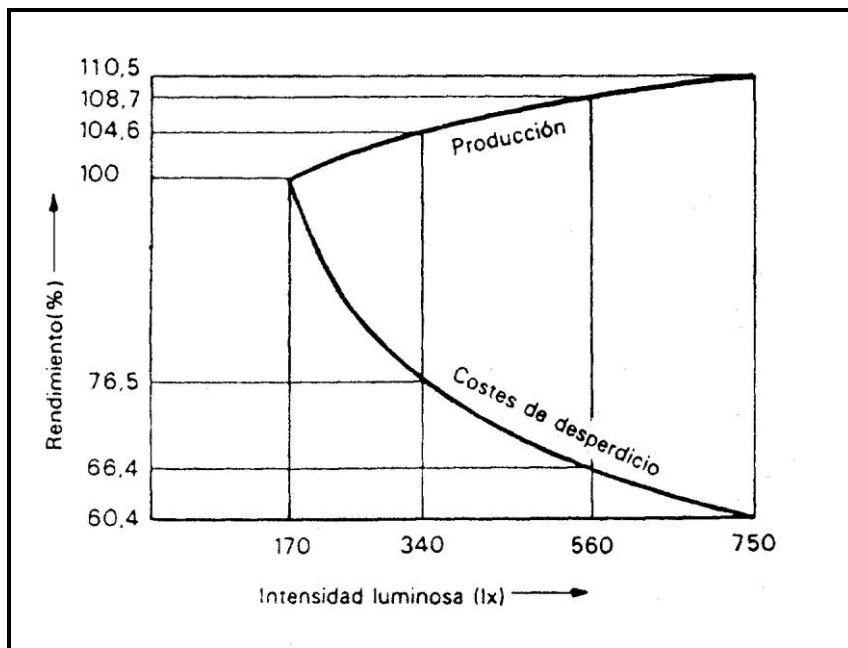
**Figura 13.89b.**: NORMA DIN 5035 Niveles de iluminación recomendados en actividades industriales

Si salimos del plano estrictamente teórico y pasamos a estudiar el problema en forma práctica podemos decir que según el tipo de tarea, la iluminación puede variar de 50 lux a 750 lux, pudiendo en casos de excepción llegar a 1500 lux o más.

La calidad de iluminación o mejor dicho el alumbrado más apropiado no se determina solo con la intensidad de iluminación sino que existen otros factores como ya se mencionó que entran en la consideración, como ser el reflejo de las superficies del área (paredes mobiliario, medios de elaboración), brillo directo (ángulo de incidencia de la luz emitida por las luminarias y los ojos), contraste y colores de los distintos elementos que forman o conforman el medio ambiente de trabajo y el mismo de la fuente de emisión de luz.

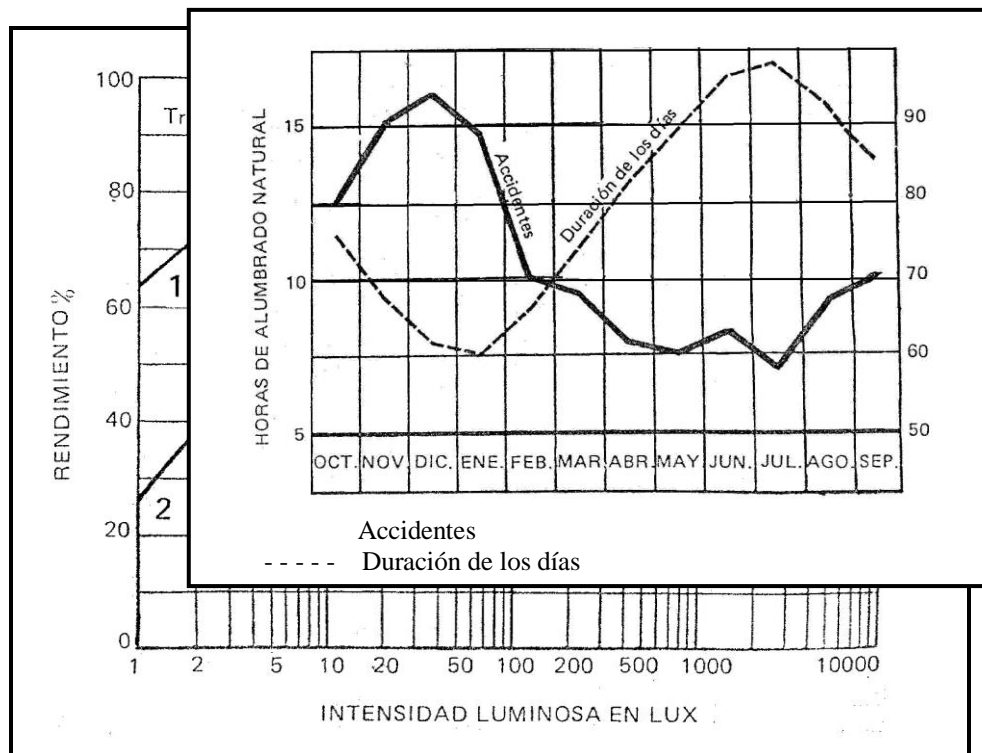
En el anexo I a este capítulo se dan las tablas de los niveles de iluminación recomendados por la Norma UNE 72-112-85an 7 I

Grandjean estableció una relación directa entre los niveles de iluminación en los puestos de trabajo y el rendimiento productivo cuantitativo y la calidad de los productos (scrap), según se puede apreciar en la *figura 13.90*.



**Figura 13.90.** Relación entre la iluminación y la eficacia. (Según Grandjean)

Además, cabe señalar que no solo con la buena iluminación se logra dar una buena protección (preventiva) a la vista de los colaboradores sino que esta sirve para una mejor precisión en los movimientos mejorando la calidad de trabajo (eficacia) y también permite bajar los índices de accidentes.



**Figura 13.91.:** Rendimiento en el trabajo en función de la intensidad de iluminación y el tipo de tarea

Sobre lo último la Illuminating Society de los EE UU, publicó que hizo una comprobación que el número de accidentes en las plantas fabriles es proporcional a los defectos de iluminación.

También la Illuminating Society comprobó que existe una relación inversamente proporcional entre la iluminación natural (duración de la luz en el día según la época del año) y los accidentes producidos. Debiéndose esto a la calidad de la iluminación, dado que como se señaló antes la incidencia de los accidentes es menor en las plantas con iluminación artificial más semejante a la natural. La misma disminuye la fatiga visual y la diferencia económica entre el costo de un mal alumbrado y una correcto es siempre menor a los ahorros obtenidos.

De la Poza en su libro Seguridad e Higiene Profesional establece que “un grupo de expertos de “U.S. Public Health Service”, han elaborado un procedimiento de evaluación de la iluminación, expresado en una ley general de las variaciones de la producción en función del alumbrado:

$$P = 1 - e^{-KE}$$

Donde:

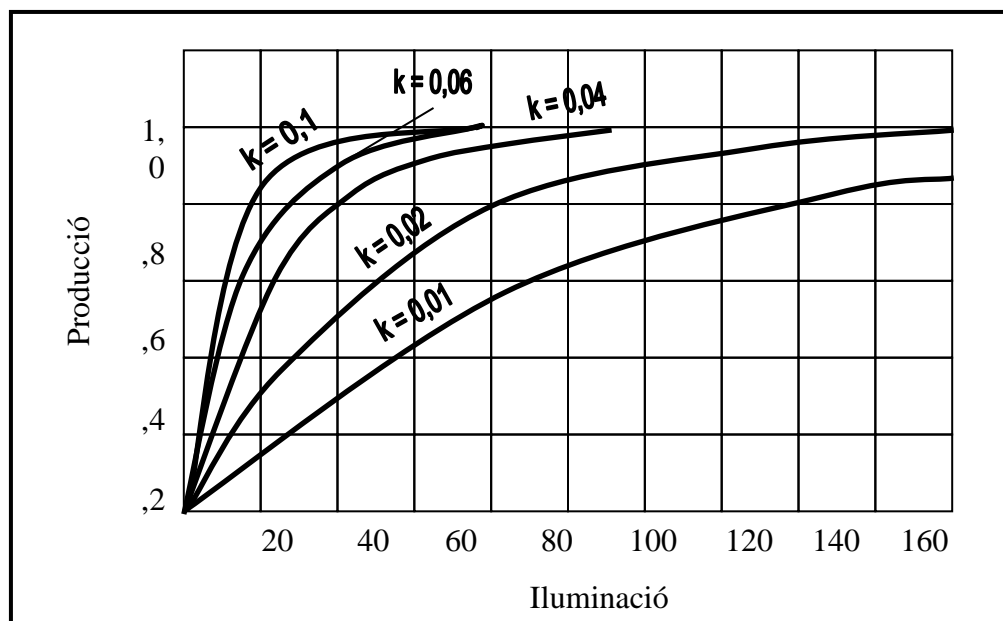
P = producción correspondiente a una iluminación E

e = base de los logaritmos neperianos (2,178)

K = constante que depende del tipo de trabajo

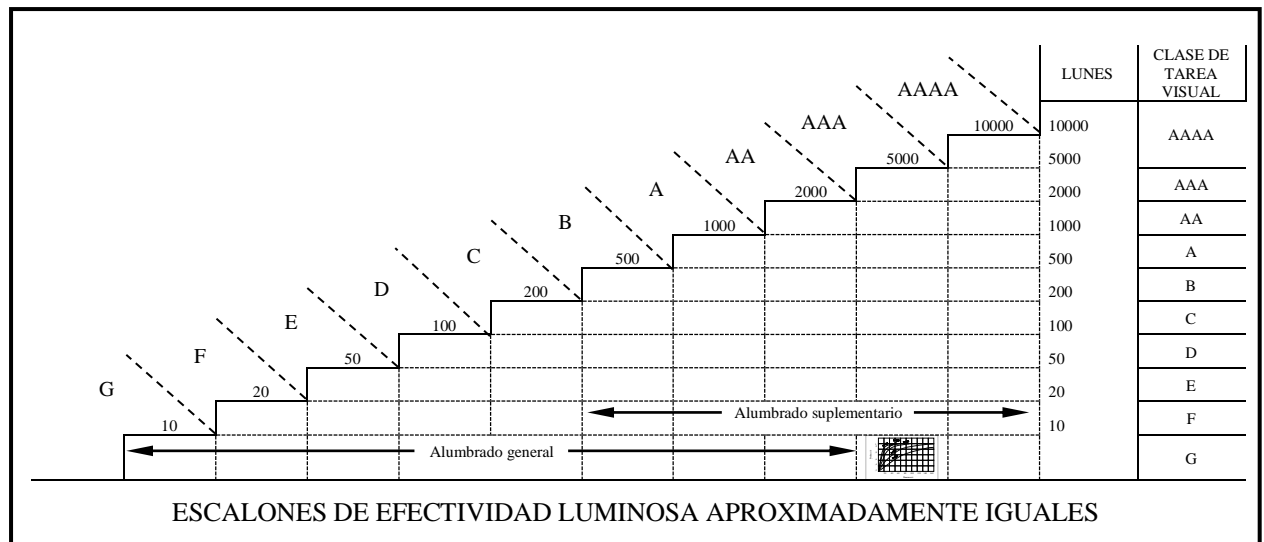
**Figura 13.92.:** Gráfico de accidentes en función de la duración de la luz natural en los días en el transcurso del año en el hemisferio norte.

En la *figura 13.93* se presenta diversas formas de la curva K, pudiéndose observar como la producción crece rápidamente para débiles iluminaciones, teniendo en cambio hacia un límite igual a 1 cuando el alumbrado aumenta indefinidamente.



**Figura 13.93.:** Forma de la curva de  $P = 1 - e^{-KE}$  para distintas constantes K





**Figura 13.94.:** Escalones de la intensidad de alumbrado (en luxes) para diez clases de trabajos visuales. United States Department of Labor, Bureau of Standars

En la figura anterior se presenta los escalones de intensidad de iluminación (en luxes) para distintos grupos de trabajos visuales. El United States Department of Labor, Bureau of Standars clasificó las tareas en función a las exigencias visuales, definiendo niveles de requerimientos para clase, basándose en estudios para preservar la vista en correctas condiciones y dar además confort visual.

Este escalonamiento es el utilizado en las tablas del anexo I a este capítulo

### **13.6.6. DESLUMBRAMIENTO**

El deslumbramiento se produce por un brillo dentro del campo de visión que, al ser superior a la luminancia a la cuál se la adaptado la vista, produce molestias, incomodidad y/o pérdida de la nitidez visual o directamente de la visión. Podemos decir que se existen varios tipos diferentes de deslumbramiento:

- Deslumbramiento directo, o absoluto
- Deslumbramiento relativo
- Deslumbramiento de transición
- Deslumbramiento reflejo o especular

#### **El deslumbramiento directo, o absoluto:**

Es producido por una luz muy fuerte dentro del campo visual. En otra palabra es producido en circunstancia en las que dentro del campo visual surge un objeto o detalle de una luminancia muy alta, como por ejemplo el reflejo un reflejo concentrado sobre la superficie del agua, el reflejo sobre un espejo, la luz directa del sol, o el filamento de una lámparita o un tubo fluorescente, etc.

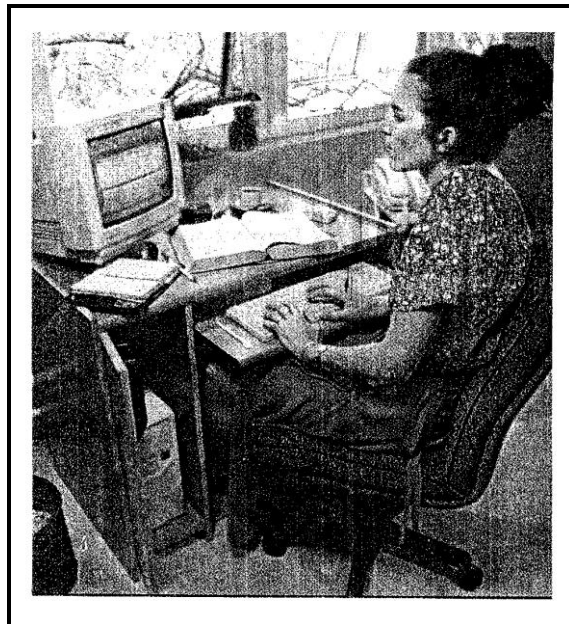
Las normas para el trabajo con videoterminales limitan la luminancia dentro del campo visual, a  $2.000 \text{ cd/m}^2$  para superficies pequeñas (lámparas, reflejos, etc.) y a  $500 \text{ cd/m}^2$  para superficies grandes (muebles, ventanas, paredes, etc.).

### **El deslumbramiento relativo:**

Es el que se da cuando las relaciones de luminancias de los objetos que aparecen en el campo visual son muy grandes.

El mayor confort se consigue cuando se puede tener una gradualidad entre el campo foveal (objeto) y el campo periférico (fondo).

La *figura 13.95.* es un ejemplo clásico, en el cual se puede comprobar el deslumbramiento relativo, (error típico que se comete en los lugares que hay una PC hogareña), en el se observa que en el mismo campo visual se encuentran luminancias del orden de  $5.00 \text{ cd/m}^2$  en el entorno de la PC, o  $4-6 \text{ cd/m}^2$ , es decir que hay una relación del orden de  $1.000:1$ .



**Figura 13. 95.a.:** Deslumbramiento relativo

### **El deslumbramiento de transición:**

Este se produce cuando en un tiempo relativamente corto uno pasa de un ambiente de alta luminosidad a otro de baja, o viceversa, independientemente del desequilibrio que puede existir en ellos mismos, como por ejemplo pasar de un túnel a un espacio abierto y soleado, etc., este fenómeno también está influenciado por la capacidad individual de adaptación.



**Figura 13.95.b.:** Deslumbramiento de transición

**El deslumbramiento reflejo o especular:**

es provocado por reflejos de un brillo muy grande que proviene de superficies muy pulidas o vidriosas y que se dirigen a los ojos de una persona.



**Figura 13.95 c.:** Deslumbramiento especular

**13.6.6.1. EFECTOS DEL DESLUMBRAMIENTO**

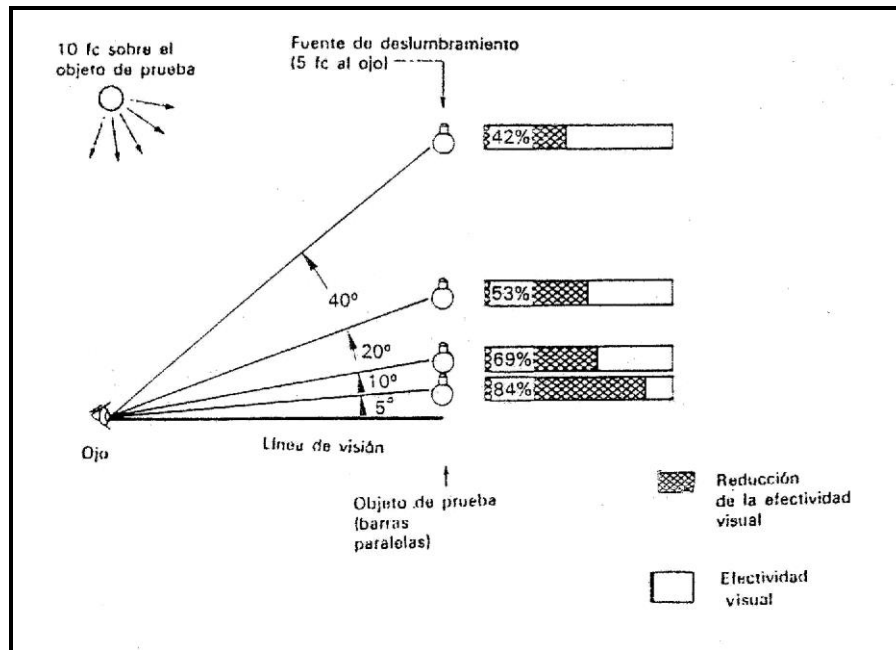
Los efectos del deslumbramiento sobre la visión de una persona quedan demostrados en el estudio efectuado sobre individuos que observan una fuente de iluminación (de deslumbramiento) de 100 W (en el estudio de referencia efectuado por Lucklesh y Moss, se utilizó un lampara incandescente de filamento de tungsteno), que tomaba distintas posiciones con respecto a la horizontal, dentro del campo visual.

En la experiencia los objetos para efectuar la prueba consistían en barras paralelas de diferentes tamaños y contrastes con respecto al fondo, siendo la tarea estudiada la variación de la posición (como se mencionó anteriormente), con respecto a la línea

directa de visión, (como se puede observar en la **figura 13.96.**) en ángulos de 5, 10, 20, y 40°.

El efecto de deslumbramiento sobre la visión queda asentado en un porcentaje de la efectividad visual que es posible sin el deslumbramiento.

En la **figura 13.96.** se observa que con la fuente de iluminación a 40 ° con respecto a la línea de visión, en este caso la horizontal, la efectividad visual es de 58 %, mientras que a 5 ° es del 16 %.



**Figura 13.96.:** Efectos del deslumbramiento directo sobre la efectividad (Según Lucklech y Moss)

### **13.6.6.2. DESLUMBRAMIENTO Y CONFORT VISUAL**

El deslumbramiento es uno de los problemas más grandes que tiene que enfrentar el técnico que hace el diseño de la iluminación de un lugar, la incomodidad visual causada por el deslumbramiento es algo muy común en todos, los diseñadores de luminarias (lámparas) buscan constantemente nuevas formas para reducirlo

Como el resultado de diversas investigaciones se ha adoptado un procedimiento para determinar los grados de deslumbramiento e incomodidad (GDI) de las fuentes de iluminación para poder estudiar mejor los alumbrados, tanto interiores como exteriores

De hecho el deslumbramiento es perjudicial para la vista y desde luego para los sistemas productivos de las empresas, su reducción la encararemos en el tema 13.6.6.4.

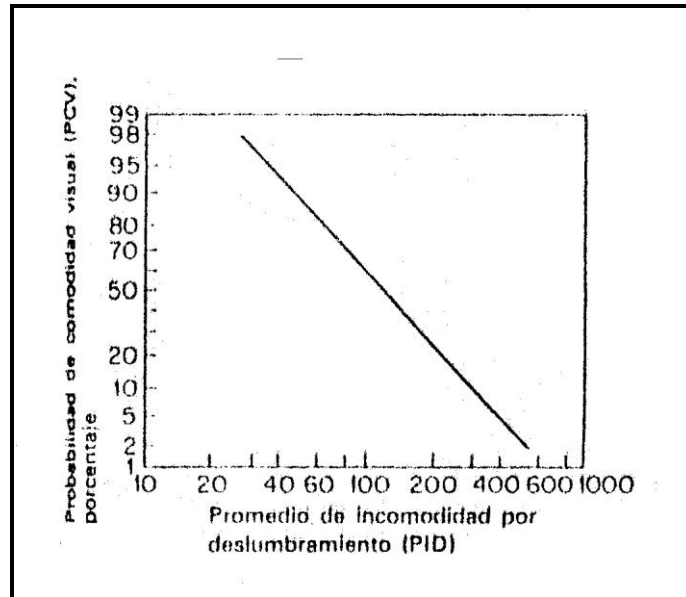
### **13.6.6.3. FORMA DE OBTENCION DE LOS GRADOS DE DESLUMBRAMIENTO E INCOMODIDAD (GDI)**

Para la determinación de los grados de deslumbramiento e incomodidad (GDI) en el estudio de una iluminación específica debe tenerse en cuenta la mayoría de los factores afectan la comodidad visual, como ser:

- Forma y dimensiones de la habitación.
- Refractancia de las superficies de la habitación.
- Niveles de iluminación
- Tipos de luminarias, tamaño, forma y distribución de la luz.
- Número y situación de las luminarias
- Luminancia en todo el campo visual
- Posiciones de los observadores y líneas de visión.
- Implementos y accesorios

Eventualmente se puede tener en cuenta la sensibilidad individual de las personas

Para calcular el GDI en cualquier estudio específico de iluminación es complicado. El valor obtenido por cualquier método del GDI puede transformarse en un grado de comodidad visual, la cual es una estimación de las probabilidades de comodidad de comodidad visual (PCV), es decir el porcentaje de observadores que podría enjuiciar si una iluminación se encuentra o no en el umbral entre la comodidad o incomodidad.



**Figura 13.97.:** Relaciones existentes entre los promedios de incomodidad por deslumbramiento (PID) en condiciones de iluminación específicas y las probabilidades de comodidad visual (PCV), es decir el porcentaje de observadores de los que se espera que consideren si una condición de iluminación está a un lado o a otro de la divisoria entre comodidad e incomodidad (IES Lighting Handbook)

En el procedimiento para conseguir los valores GDI, uno puede derivar, para cualquier tipo de punto de luz dado, (ya sea que las luminarias se encuentren montadas en forma longitudinal o transversal dentro de la habitación), los valores PCV para cualquier tamaño de habitación considerada (largo, alto, ancho).

#### **13.6.6.4 REDUCCIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO**

Para la atacar el problema, vamos a considerar lo tratado en el punto 13.6.6., por ello hacemos la siguiente división:

- Reducir el deslumbramiento directo o absoluto de fuentes de luz.
- Reducir el deslumbramiento relativo
- Reducir el deslumbramiento de transición

#### **Reducir el deslumbramiento directo o absoluto de fuentes de luz.**

Para reducir el deslumbramiento directo de las fuentes de iluminación recomendaremos hacer lo siguiente:

- Elegir luminarias de bajo GDI
- Limitar la luminancia de la fuente (por ejemplo, utilizando varias fuentes de baja intensidad en lugar de una o pocas de alta intensidad)
- Alejar lo máximo posible las fuentes de iluminación de la línea de visión. Como por ejemplo colocando las luces directamente sobre el puesto de trabajo o ligeramente por detrás de donde se coloca la persona, o en el costado opuesto a la mano que se utilice, según el hombre sea diestro o no) En ningún caso la iluminación que llegue desde arriba en un puesto de trabajo debe tener con respecto a la horizontal un ángulo menor a  $30^\circ$ .
- Aumentar la luminancia en el entorno de los focos de deslumbramiento, de manera tal que la proporción de luminancia (brillo) sea menor.
- Hacer uso de pantallas, escudos, etc. En los lugares donde el foco de deslumbramiento no pueda ser reducido. Cuando la iluminación llega del exterior a través de ventanas que no tienen cortinas se pueden blanquear los vidrios

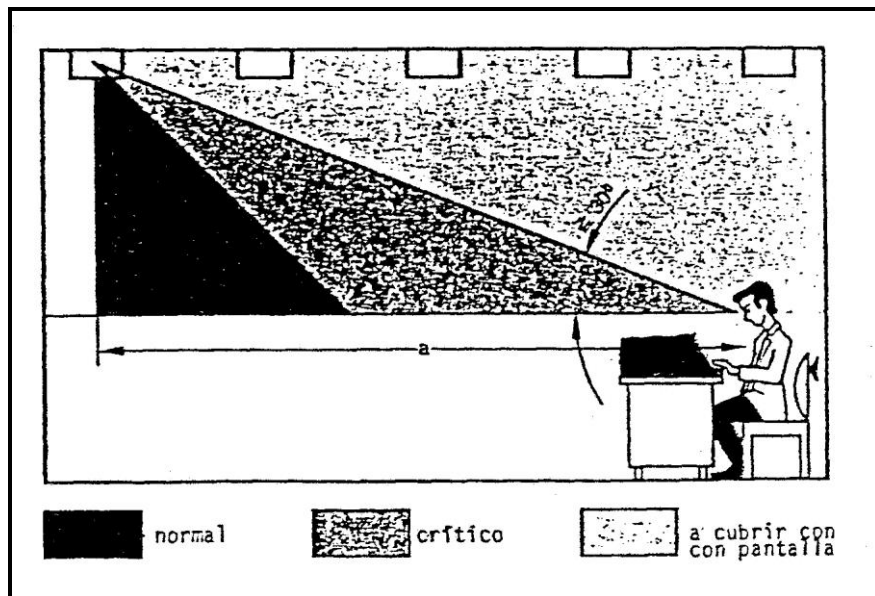


Figura 13.98.: Campo de emisión de una lámpara (DIN 5035)

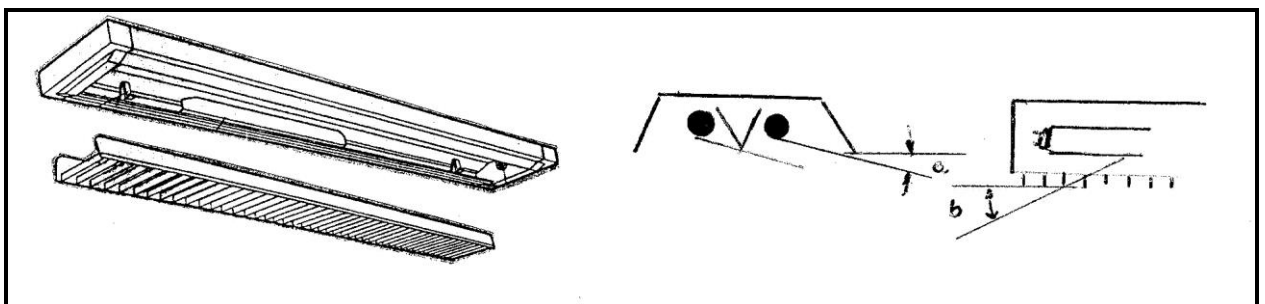


Figura 13.99.: Pantalla

La legislación española establece con el fin de evitar el deslumbramiento que:

- No se empleará lámparas desnudas a equipos de iluminación ubicados a menos de 5 metros de altura, exceptuando a aquellas que, en el proceso de fabricación, se les haya incorporado una eficaz protección antideslumbrante.
- El ángulo formado por el rayo luminoso procedente de una lámpara descubierta y la horizontal que pasa por el ojo del trabajador no será inferior a 30°. (Ver *figuras 13.98. y 13.99.*)
- Para alumbrado localizado se utilizará reflectores opacos que oculten completamente la lámpara al ojo del trabajador y cuyo brillo sobre la superficie iluminada no genere deslumbramiento por reflexión.

**NOTA:**

**Según se recomienda por la O.I.T. la UGT de España y muchos investigadores, en el área de computación, los equipos de iluminación de un tipo u otro, no tienen que estar colocados dentro de un ángulo de visión inferior a 50° en horizontal, con respecto al operador. (Ver figura 7.100)**

**Reducir el deslumbramiento relativo**

Para reducir el deslumbramiento relativo de las fuentes de iluminación recomendaremos hacer lo siguiente:

- Estudiar la distancia que hay del suelo a la ventana, de manera que esta afecte lo menor posible.
- Usar voladizos exteriores en las ventanas.
- Colocar elementos verticales con el fin de disminuir la línea directa de visión respecto de las ventanas.
- Poner luces próximas a las ventanas, con el fin de eliminar o reducir el contraste
- Usar cortinas o celosías.
- Los reflejos o imágenes de las fuentes luminosas en las superficies brillantes serán evitados pintando las mismas de color mate.

**Ubicación de las fuentes**

Ejemplos de distribución de puestos de trabajo ante pantallas de datos y de la iluminación natural y artificial.



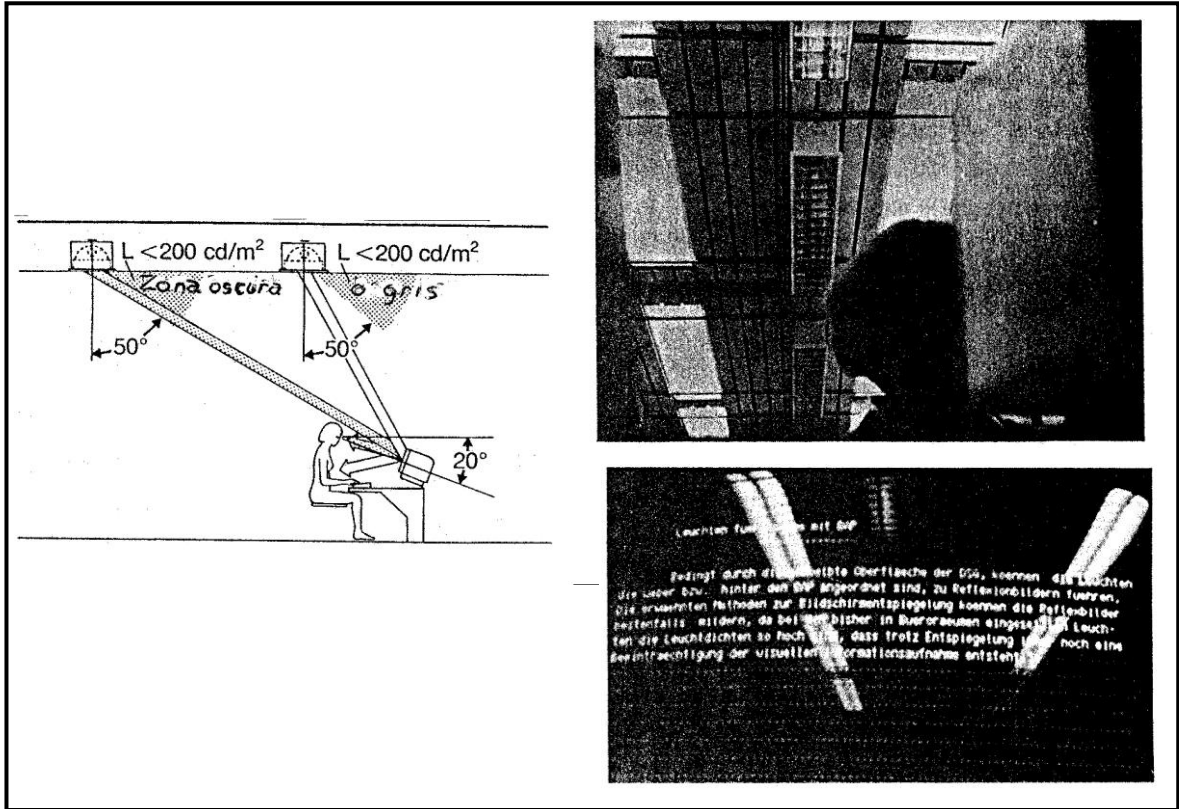


Figura 13.100.: Iluminación en una oficina, efectos de la mala conformación (Siemens AG)

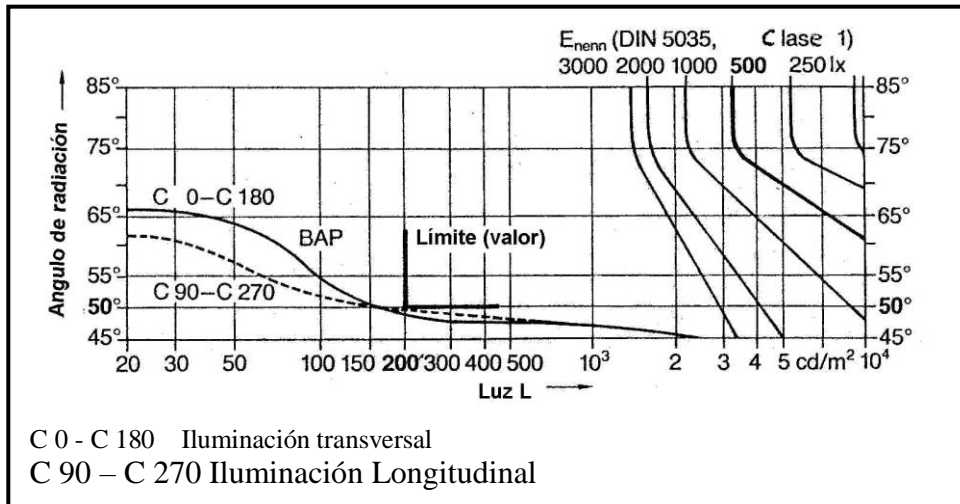


Figura 13.101. : Curvas de iluminación según DIN 5035 Parte 1

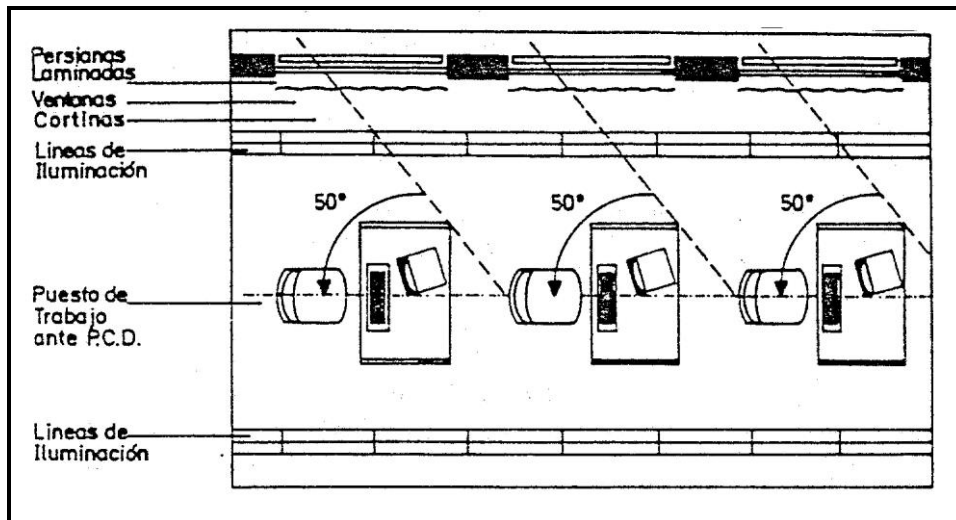


Figura 13.102

**Nota:**

En el caso de áreas de trabajo con vídeo terminales se debe tener en cuenta: La disposición de las líneas de luminarias debe ser paralela a las ventanas, ya que ello facilitar la ubicación de las pantallas. En el caso de locales grandes, con varias líneas de luminarias, éstas deben guardar una distancia entre sí superior al ancho de las mesas de trabajo.

- En lugares que no solo se trabaja con vídeo terminales, sino que se llevan a cabo trabajos habituales de oficina y para los cuales posiblemente no alcancen los 500 lux, se pueden instalarse luminarias adicionales en cada puesto de trabajo.

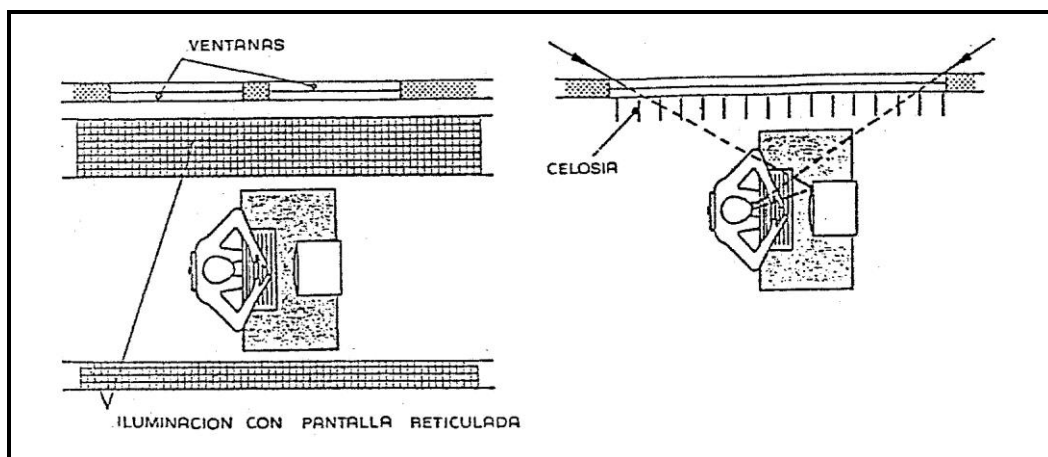


Figura 13.103.

## UBICACION DE LAS VENTANAS

En los lugares que se utiliza luz natural, se deben tomar medidas para reducir el resplandor que produce esta.

Medidas a tomar:

- Las pantallas deben estar ubicadas en forma perpendicular a las ventanas o colocarlas lejos de ellas.
- Las pantallas no se deben colocar a contraluz ni frente a ella.
- Además según lo anterior, el ángulo de visión horizontal entre la ventana y el operador debe ser mayor a  $50^\circ$ .

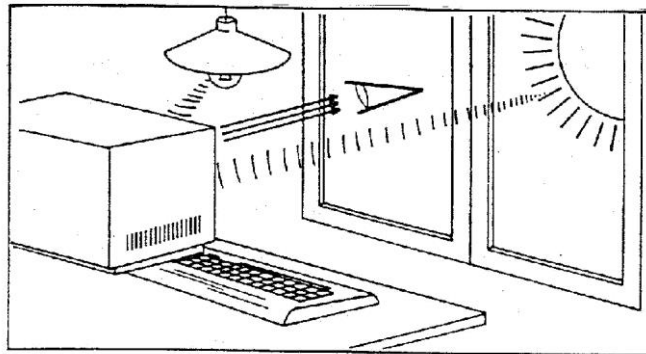


Figura 13.104.: Reflejos de distintos tipos de luminosidad en la pantalla (esquema de la UGT)

### Reducir el deslumbramiento de transición

Es el más difícil de eliminar pues depende de elementos que muchas veces no se pueden eliminar, lo que se recomienda es pasar de un lugar a otro en forma gradual

### Reducir el deslumbramiento reflejo o especular:

Para reducir el deslumbramiento reflejo o especular se hacen las siguientes recomendaciones:

- Mantener las fuentes de iluminación lo más bajo posible.
- Tratar de obtener una buena iluminación general (como ser con muchas fuentes de iluminación y haciendo uso de iluminación indirecta).
- Usar luz difusa, luz directa, pantallas deflectoras, cortinas, etc.
- Colocar las fuentes de luz de manera que no llegue directamente a los ojos.
- Utilizar superficies que permitan difundir la luz, como ser superficies lisas, papeles no satinados (brillantes), equipos de oficina con acabado mate o amartelado, evitar el uso de metales sin pintar o esmerilar, eliminar vidrios, etc.

### **13.6.7. DISTRIBUCIÓN DE LA LUZ**

Hay pocos elementos que prueben que la realización visual por lo general mejor si hay un nivel razonable de iluminación general en toda el área de trabajo.

#### **13.6.7.1. PROPORCIÓN DE LUMINANCIA**

La proporción de luminancia es la proporción propiamente dicha de luminancia en un área (tal como la zona de trabajo), con respecto al entorno. El IES recomienda proporciones de luminancias que se registran en la *figura 13.105*.

Areas	Proporción mínima recomendada de luminancia	
	Oficina	Industria
Tarea y alrededores adyacentes	3:1	
Tarea y alrededores adyacentes más oscuros		3:1
Tarea y alrededores adyacentes más claros		1:3
Tarea y superficies oscuras más lejanas	5:1	10:1
Tarea y superficies claras más lejanas	1:5	1:10
Luces (o ventanas, etc.) y superficies adyacentes a las mismas		1:20
Cualquier lugar dentro del campo		40:1

**Figura 13.105** Proporciones de luminancia recomendadas para oficinas y tareas fabriles. (Según IES Lighting Handbook).

#### **NOTAS:**

**Existe una diferencia fundamental entre el nivel de iluminación necesario para efectuar tareas normales de oficina las cuales usan documentación escrita en papel y calidad de iluminación para efectuar tareas en videotermiales.**

**El nivel de iluminación necesario en el área de trabajo de una pantalla de datos es del orden de los 300 lux, en cambio en una oficina es del orden de los 500 lux por lo menos.**

**Cuando la iluminación de una habitación es demasiado baja, los reflejos se reducen, permitiendo trabajar en forma confortable en una pantalla, sin necesidad de aumentar la luminosidad de los caracteres a un nivel que lleguen a ser borrosos, por lo normal es trabajar con la pantalla y simultáneamente con documentos de papel, los operadores prefieren generalmente trabajar con iluminación natural pese a que es mejor, por poderse regular a voluntad) la artificial, por lo que surge la necesidad de establecer la mejor forma de iluminación de acuerdo a la tarea en particular a desarrollar.**

Por lo anterior a la iluminación artificial hay que colocarle un sistema de regulación de la intensidad para hacerla compatible con las diferencias de niveles de la natural.

Muchas veces la iluminación suele ser inadecuada para leer los documentos, en esos casos se suele colocar un artefacto de iluminación individual, el cual es de fácil ajuste, reubicable según la tarea y de manera tal que no produzca reflejos en la pantalla.

La mayor cantidad de locales en la actualidad, están iluminados con tubos fluorescentes, el problema principal que se presentan es el efecto estroboscópico, que producen al parpadear con una frecuencia de 60 Hz., el cual produce cansancio visual, entre otros efectos, (ver enfermedades), por otro lado debe elegirse el color de tal manera tal que se mezclen con los de la luz natural, en el caso que se utilicen combinadas.

Con respecto al efecto estroboscópico debe procurar no sincronizar el de los tubos de iluminación con el de la pantalla.

Los equipos de iluminación con tubos desnudos no son recomendables (como se mencionó anteriormente) pues producen resplandor, lo que si debe utilizarse son equipos de iluminación con placas o difusores de manera de obtener una luz uniforme en toda la habitación, es decir tener luz difusa e indirecta.

## **DESLUMBRAMIENTO O REFLEJO**

El deslumbramiento en videoterminals es en general una luz fuentes extraña de dentro del campo visual, significativamente mayor que la luminosidad de la visión de la pantalla, que produce una reducción de la legibilidad de la visualización de la misma y que añade a la carga visual, ocasionando así el cansancio de los ojos y la fatiga visual.

En términos médicos, reduce la eficacia del operador, escondiendo en el nombre de reflejo de incapacidad, mientras que el reflejo menos grave que "apenas" aumenta la fatiga visual es conocido con el nombre de reflejo incómodo. Sin embargo, el reflejo puede ser directo, procedente de luces o ventanas, o indirecto como resultante de los reflejos especulares (imágenes reconocibles) o reflejos difusos, ya sea de la luz o de la superficie reflectora.

La ubicación correcta de las pantallas debiera eliminar el reflejo directo, la mejor forma de evitar el reflejo indirecto (reverberación), es asegurarse siempre que sea posible, la reflectancia de las grandes superficies en las proximidades inmediatas a las PCD tenga como resultado niveles de iluminación similares a los de las pantallas. En particular debe elegirse la mesa de manera que se minimicen los reflejos.

Del informe de la UGT de España.

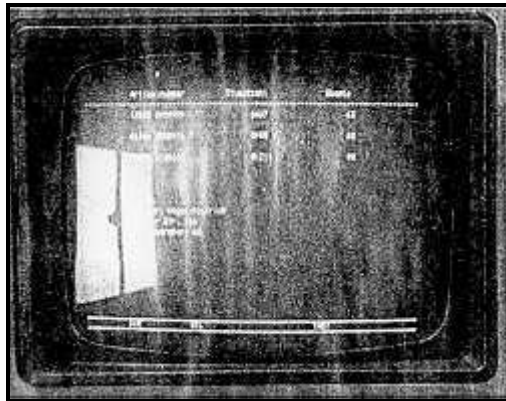


Figura 13.106. Reflejos sobre pantalla.

## DISPOSITIVOS PARA LA REDUCCION DEL REFLEJO

Según se va presentando inconvenientes de reflejos, en muchas empresas en lugar de eliminar el causante, (la fuente), se colocan dispositivos para eliminarlo o reducirlo, tales como pantallas o filtros antirrefractantes, u otro tipo de filtro aplicados sobre la superficie de la pantalla de datos.

Según el tipo de dispositivo es el resultado que se obtiene, algunos de ellos tienen el inconveniente de reducir la luminosidad de la pantalla de datos y dificultar la lectura de los signos. El uso de filtros en general debe dejarse como una solución de segundo orden, dando siempre prioridad a la eliminación de la fuente.

En el informe de la UGT de España se hace la siguiente distinción y comentarios de los tipos de filtros:

a) Filtros de polarización

Estos filtros se basan en la polarización de la luz para reducir a un mínimo el volumen reflejado por la superficie de la pantalla sobre el operador. Son poco utilizados en la actualidad.

b) Filtros de densidad neutra

Estos filtros son de color neutro y funcionan simplemente reduciendo el volumen de luz reflejada por la pantalla. Estos filtros dan una pérdida de la calidad y claridad de la imagen, prácticamente no se utilizan.

c) Filtros de color

Estos filtros funcionan de igual forma que los filtros de densidad neutra.

d) Filtros directivos

Estos filtros están compuestos por tubos o placas finas que evitan que la luz procedente de fuentes que se encuentren fuera del campo de visión choque contra la pantalla del equipo de vídeo. Los tipos más corrientes son los llamados micromallas, los cuales están compuestos por una malla negra, (la forma de operar es sencillamente basada en el principio que solo los rayos luminosos la pueden pasar en forma perpendicular a el mismo, lo que genera que los haces de luz que incidan en forma oblicua sobre la pantalla sean absorbidos por los filamentos negro mate de la trama), ver *figura 13.107*.

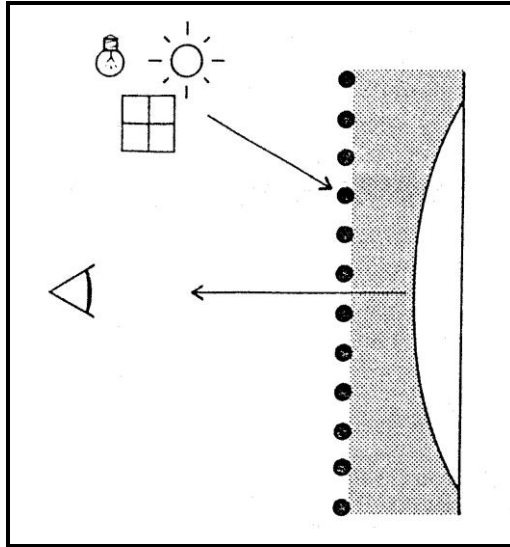


Figura N\* 13.107. Gráfico del funcionamiento mecánico del filtro directo

Estos filtros no solamente reducen la luminosidad de los caracteres, sino que evitan igualmente que la visualización se vea claramente desde ciertos ángulos.

Estos suelen ser incómodos para algunas personas que operen PC y los induce a tomar malas posturas las que con el tiempo generan problemas en la columna vertebral, muñecas, etc.

Pero siempre que se mantengan limpios son eficaces para reducir la reverberación. (Ver figura 13.108).

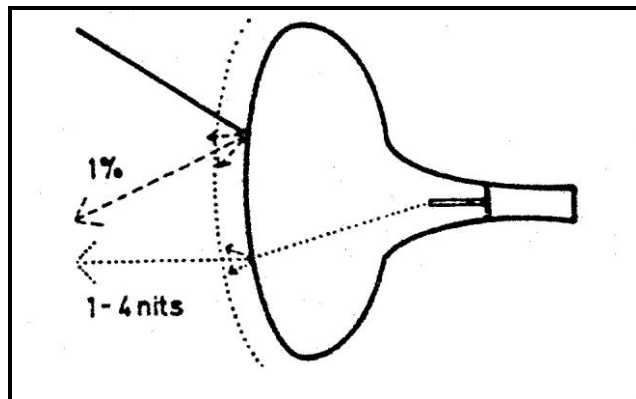


Figura 13.108

**e) Grabado por proceso químico**

Este proceso prácticamente está fuera de uso, el mismo consiste en aplicar ácido en la superficie externa de la pantalla de manera de opacar el cristal, reduciendo de esta forma los reflejos difusos que deterioran la imagen.

**f) Revestimiento por pulverización**

Este método también se dejó de utilizar por que, para reducir los reflejos difusos, reducían también la nitidez de los caracteres

**g) Depósito de vapor**

Corrió la misma suerte que el método anterior pese a ser algo más eficaz.

**h) Película fina**

Es el filtro más eficaz y consiste en una película fina cuyo espesor es equivalente a un  $1/4$  de la longitud de la onda de luz, este filtro es muy caro pero es útil para reducir tanto reflejos especulares como los difusos. (Ver *figura 13.109*).

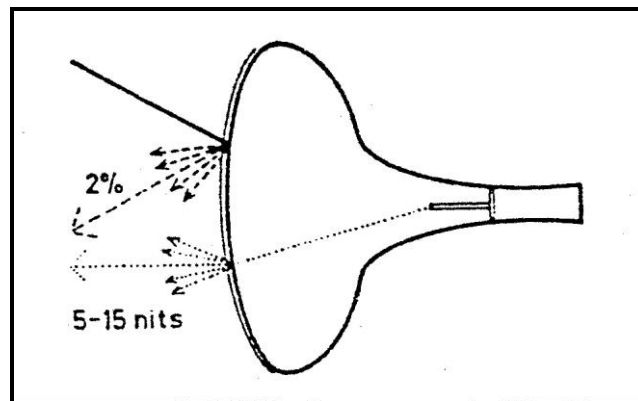


Figura 13.109.

En general todos los filtros y demás dispositivos para eliminar los reflejos reducen la luminosidad de los caracteres en la pantalla de datos, por lo que genera la necesidad de un ajuste de la luminosidad y contraste.

La decisión final sobre el tema la da siempre el usuario dado que es el afectado y el que necesita el confort.

**NOTA:**

Se recomienda para el correcto rendimiento del filtrado:

- 1- No manosear con los dedos las pantallas
- 2- No manosear con los dedos los filtros
- 3- Limpiar periódicamente los filtros y las pantallas
- 4- Verificar diariamente el correcto estado del filtro



### 13.6.7.2. REFLECTANCIA

La distribución de la iluminación dentro de una habitación no se basa solamente en el total de luz y de la ubicación de las luminarias, sino que es una relación conjunta entre ellos y la reflectancia de las paredes, techos y otras superficies de la habitación

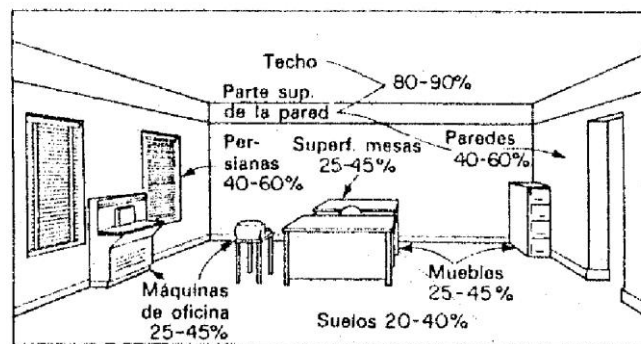
Junto con el reflejo se considere el coeficiente de utilización el cual consiste en el porcentaje de luz que es reflejado por las distintas superficies del entorno.

La influencia de los reflejos en el coeficiente de utilización se puede observar en la **figura 13.110.**

Reflectancia de la superficie				Coeficiente de utilización
Techo	Paredes	Piso	Mobiliario	
65	40	12	28	29
85	72	85	50	57

**Figura 13.110.** Coeficientes de utilización (Según el manual de iluminación del IES)

Con la finalidad de obtener un mejor aprovechamiento u mejorar la efectividad de la iluminación en una habitación, el IES aconseja utilizar paredes y techo claros, sin embargo, el área de reflectancia alta en el campo visual hace surgir la posibilidad de deslumbramiento por reflejos. Por ello en la **figura 13.111.** aparecen las recomendaciones del IES



**Figura 13.111.** Reflectancias recomendadas para una habitación y la superficie de su amueblamiento en una oficina (Según Journal of the IES)

Lo considerado es importante en las instalaciones de iluminación indirecta y directa, en ellas se mejora la calidad de iluminación empleando colores claros

En las siguientes figuras se dan los grados de reflexión en diversos colores, tomadas directamente de puestos de trabajo (**figura 13.112.**), y los grados de reflexión recomendados para superficies en lugares de trabajo (**figura 13.113.**).

Color	Grado de reflexión en %
Blanco	70 - 90
Amarillo claro	50 - 70
Verde claro	34 - 65
Verde oscuro	10 - 20
Rojo claro	30 - 50
Celeste	35 - 45

**Figura 13.112.:** Grados de reflexión de diversos colores.

Superficie	Grado de reflexión en %
Cielorraso	70 - 95
Paredes	40 - 60
Piso	15 - 35
Mobiliario	25 - 45
Máquinas, aparatos	30 - 50
Tableros de instrumentos, paneles	80 - 100
Tableros de instrumentos (entorno)	20 - 40

**Figura 13.113.:** Grados de reflexión recomendados para superficies en lugares de trabajo (Según Schmale 1977)

En general, los factores que más afectan a la visibilidad además tienen influencia en el cansancio de la vista.

Las condiciones que evidentemente más cansan son el deslumbramiento y el brillo indirecto, ya mencionados anteriormente.

La medición y apreciación del deslumbramiento son difíciles de apreciar cuantitativamente ya que depende de muchos factores, tales como dimensiones y brillo del emisor, distancia, ángulo de visión, adaptación del ojo, tiempo de visión y reacción psicológica o sensibilidad de la persona.

Tiene mucha importancia la relación existente entre el brillo del objeto y del fondo o entorno.

COLORES	Factores de reflexión promedio	
	Alumbrado con lámparas de Filamento o Tubos Fluorescentes “Blancos”	Alumbrado con Tubos Fluorescentes “Luz de Día”
Blanco	.88	.88
Muy claro		
Azul-Verdoso	.76	.76
Crema	.81	.79
Azul	.65	.66
Color cuero	.76	.73
Gris	.83	.83
Claro		
Azul-Verdoso	.72	.72
Crema	.79	.76
Azul	.55	.57
Color Cuero	.70	.67
Gris	.73	.73
Mediano		
Azul-Verdoso	.54	.54
Amarillo	.65	.69
Color cuero	.63	.59
Gris	.61	.61
Oscuro		
Azul	.08	.09
Amarillo	.50	.45
Pardo (Castaño)	.10	.09
Gris	.25	.25
Verde	.07	.07
Acabados de Madera		
Arce	.42	.41
Nogal	.16	.15
Caoba	.12	.09

**Figura 13.114.:** Factores de reflexión de los colores de pinturas en interiores

Puede decirse la ausencia de cansancio y la generación de un ambiente agradable se puede lograr prestando atención a este tema.

Según la IES, la relación entre el brillo del elemento empleado en la tarea que entra en el campo visual y el entorno debe ser igual a la unidad para que la visión se efectúe en las condiciones más próximas a la óptimas, para que esta se efectúe en condiciones simplemente buenas no deberá ser superior a 3 (observar la *figura 13.115.*), la United State Department of Labor establece una relación mayor que la IES, la cual es de 5 a 1

Entre el sitio de trabajo y las superficies del entorno	5 a 1
Entre el sitio de trabajo y las superficies más alejadas	20 a 1
Entre las fuentes de iluminación (o cielo) y las superficies circundantes	40 a 1
En cualquier parte comprendida en el espacio que rodea al trabajador	80 a 1

**Figura 13.115.:** Proporciones máximas de luminocidad recomendadas por United State Department of Labor, Bureau of Labor Standards Industrial Lighting

Cuanto mayor es la diferencia entre el objeto observado y el fondo, mas fácilmente se aprecia el detalle.

Cuando se expone a la vista a relaciones de brillo muy elevadas, se obliga a grandes adaptaciones de esta al fijar puntos dentro del campo visual con dichas diferencias de brillo, esto lleva al cansancio y no constituye una perfección en la tarea, una vista normal puede no soportar el esfuerzo, pero si la vista no es normal, el esfuerzo a que se lo somete conduce seguro a un cansancio o fatiga, que en muchas oportunidades conduce a accidentarse.

El color y el coeficiente de reflexión de las paredes, techo y piso de las habitaciones, medios de elaboración y mobiliario determinan la distribución de la luz y por lo tanto influyen sobre la vista.

<b>SUPERFICIE</b>	<b>FACTOR DE REFLEXIÓN</b> (Porcentaje)
Techo	80
Paredes	60
Superficie de mesas y bancos de equipos	35
Máquinas y equipos	25 a 30
Suelo	No inferior a 15

**Figura 13.116.:** Intensidad de reflexión recomendada por American Atandard Practice for Industrial Lighting.

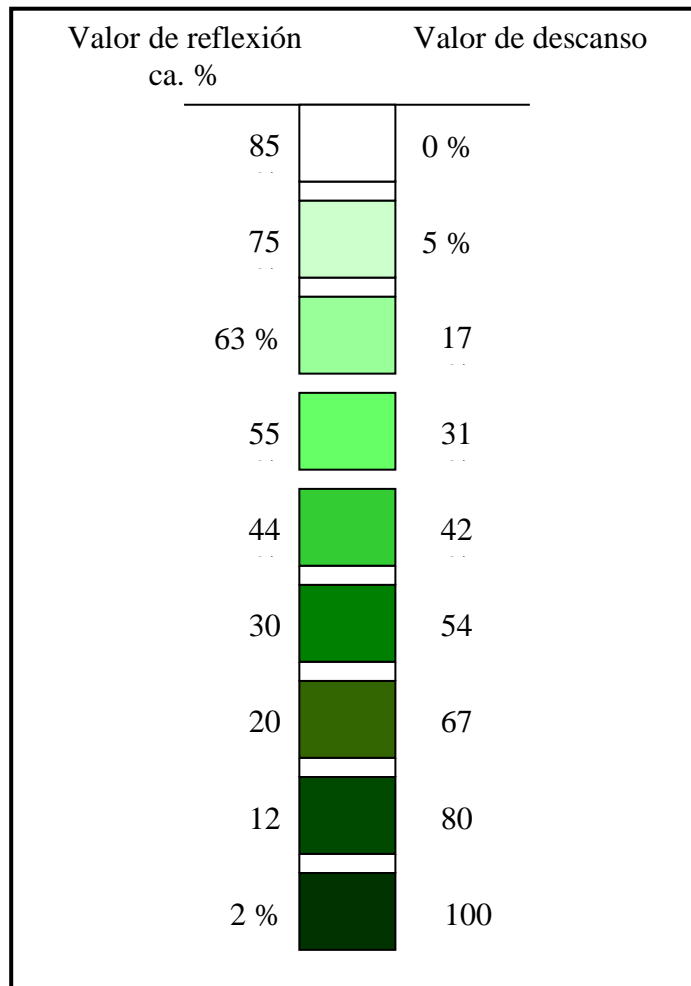


Figura 13.117.: Relación entre la reflexión y el cansancio

### **13.7. AMBIENTE CROMÁTICO (EL COLOR EN EL TRABAJO)**

Uno de los elementos más buscados en la conformación de puestos de trabajo es una buena visibilidad, lograr una comodidad ocular, es decir un agradable ambiente para los ojos, lo que es esencial para logra un buen rendimiento laboral, cualquiera sea esta la actividad a desarrollar (trabajo físico o trabajo mental).

El tratamiento del color en el área de trabajo (tratamiento cromático), tiene muchas justificaciones, (las cuales analizaremos más adelante), como ser por razones de seguridad industrial, mejorar el rendimiento de la iluminación, razones estéticas, o psicológicas, etc.

No hace falta aclarar que el color del medio donde se encuentra una persona influye, dado que como se mencionó, el órgano sensorial más importante para la recepción de información (entre un 80 y un 90%), es el ojo, se ha comprobado que en un medio ambiente templado el color y la estética del ambiente producen la sensación de frío o calor, de todos modos no es sencillo demostrar cuales son todas las magnitudes condicionantes que influyen, (además del mismo color, la forma de los objetos, la

disposición, la posición con respecto a la línea de visión, los efectos estresantes de la tarea, y todo lo que pueda impresionar sobre la retina del ser humano, producirle alguna sensación).

Hay estudios hechos sobre la preferencia de colores en función del sexo, edad, razas, etc., para permitir obtener el gusto general de la población. De manera tal de lograr que los colores aplicados a las diferentes superficies componentes de las máquinas, equipos, habitaciones, etc., mejoren la comodidad visual y contribuyan a reducir la fatiga de las personas que desarrollan actividades laborales en ese lugar y aumentar el rendimiento productivo.

Las personas experimentan efectos psicofisiológicos sobre la base de los colores del medio ambiente (en la figura 7.118. se presenta la tabla de la Commonwealth of Australia del empleo de los colores en las industrias y en la *figura 13.119.* se dan las propiedades psicológicas de los colores.

Las paredes y techos oscuros como el caso de las pinturas de las estaciones de Subterráneos en Buenos Aires y los tonos grises de muchas máquinas y equipos en talleres no solo son poco atractivos, sino que llevan al rechazo, en el caso de los lugares de trabajo hacen que las personas rindan menos.

La clasificación más corriente de los colores es la que establece la siguiente división:

- Colores calientes: Rojo, naranja, amarillo.
- Colores fríos: Azul, verde, púrpura.
- Colores neutros: Blanco, gris.

Procedimientos y lugares de trabajo	Superficie	Fresco	Temperaturas medias		Calor
<b>Procedimientos de fabricación limpios:</b> Locales pequeños y medianos	Paredes Frisos Rayas Puertas y marcos Instalaciones y equipo	ante ante oscuro gris claro canela medio verde o gris, tonos medios	crema ante oscuro gris claro ante medio verde medio azul o gris, tonos medios	gris claro azul claro ante azul medio gris medio	verde claro gris claro crema verde medio gris medio
<b>Procedimientos de fabricación limpios:</b> Locales grandes	Paredes Frisos Rayas Puertas y marcos Instalaciones y equipo: color principal  Instalaciones y equipo: color secundario	ante ante oscuro gris claro canela medio  gris medio  canela medio	crema ante oscuro gris claro ante oscuro  gris o verde, tonos medios  canela medio	gris claro azul claro ante azul medio  gris o azul, tonos medios  canela medio	verde claro gris claro crema verde medio  verde o gris, tonos medios  verde o gris, tonos medios
<b>Procedimientos de fabricación sucios:</b> Locales pequeños y medianos	Paredes Frisos Rayas Puertas y marcos Instalaciones y equipo	ante canela medio verde claro canela medio verde o gris, tonos medios	gris claro canela medio verde medio canela medio verde o gris, tonos medios	azul claro azul medio ante oscuro azul medio gris medio	Verde claro verde medio ante oscuro verde medio gris medio
<b>Procedimientos de fabricación sucios:</b> Locales grandes	Paredes Frisos Rayas Puertas y marcos Instalaciones y equipo: color principal  Instalaciones y equipo: color secundario	ante canela medio verde claro canela medio  gris medio  canela medio	Gris claro canela medio verde medio gris medio  gris o verde, tonos medios  canela medio	Azul claro azul medio ante oscuro azul medio  gris o azul, tonos medios  canela medio	verde claro verde medio ante oscuro verde medio  verde o gris, tonos medios  gris o verde, tonos medios

Nota: Ante = color piel, durazno suave

**Figura 13.118.:** Empleo de los colores en la industria (Según Commonwealth of Australia, Department of Labor and National Service)

A nivel fisiológico y haciendo referencia a la clasificación anterior, se sabe que los colores modifican de alguna manera las respuestas, tales como la presión sanguínea, el ritmo respiratorio y la velocidad de reacción (Acking y Küllen)

Kruithof realizó estudios del grado de agradabilidad de un ambiente, en los cuales determinó unas curvas de confort en el que relaciona la iluminación con la temperatura de color de las fuentes de iluminación.

Clasificó las tonalidades en tres:

- Cálidas (de aspecto rojizo)
- Medianas (de aspecto blanquecino)
- Frías (de aspecto azulado)

En la **figura 13.120**, se muestra el diagrama de Kruithof, en el cuál se observa que el disconfort va en aumento cuando en forma simultanea, la iluminación se disminuye y se incrementa la temperatura del color.

IMPRESIÓN			
Color	Distancia	Temperatura	Efecto psíquico
Azul	Lejanía	Frío	Relajante
Verde	Lejanía	Moderadamente frío	Muy relajante
Rojo	Proximidad	Calor	Muy estimulante
Naranja	Muy próximo	Muy caluroso	Excitante
Amarillo	Próximo	Muy caluroso	Excitante
Marrón	Muy Próximo	Neutro	Excitante
Violeta	Sentimiento Claustrofobia próximo	Frío	Agresivo, agitación, fatiga

**Figura 13.119.**: Principales propiedades psicológicas de los colores (según Gradjean)

La temperatura parece ser más baja en una habitación pintada de un tono azulado, mientras que en una habitación pintada de un tono rojiza parece más cálida.

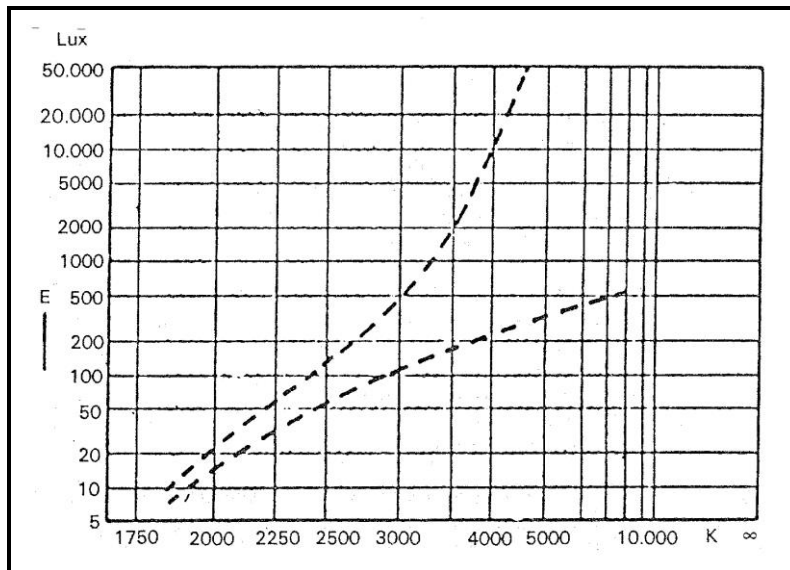
Esta sensación contribuye también a la limpieza y al aumento de la productividad, y disminuyendo en forma proporcional los accidentes.

De acuerdo a la clasificación antes dada los colores fríos tales como el azul, el verde, el bordó, e inclusive el neutro gris, pueden ir unidos a cualquier otro de cualquier grupo sin alterar la sensación, la impresión de temperatura que producen es de frialdad y además originan la sensación de lejanía, dando también un efecto psicológico de tranquilidad, en la naturaleza están presentes en el agua, en el cielo, en los árboles y pastos, (elementos fundamentales para la vida en el hombre primitivo).

Desde ya que los colores calientes tales como el amarillo, naranja y rojo, provocan la sensación de calor, y crean el efecto de acercamiento, en cuanto a psicología, causan excitación, actividad, alegría y violencia, son los colores del sol y el fuego.

Por último los colores neutros como el negro, gris y blanco, son equilibrados, moderan los ambientes y admiten otros colores sin desarmonizar en el conjunto.





**Figura 13.120.:** Diagrama de Kruithof

### **13.7.1. ACONDICIONAMIENTO CROMÁTICO**

*El acondicionamiento cromático es la ciencia que regula técnicamente la aplicación racional del color*, está basada sobre la óptica, física, fisiología y la psicología, de manera tal de ofrecer la acertada selección de colores.

En la oscuridad completa no se ve nada. La luz da origen a la visibilidad. La cantidad, la calidad, el carácter y el color de la luz determinan el grado de visibilidad.

Un ejemplo de los efectos de falta de luz (efectos de penumbra), es el de un piloto de aviación que vuela en una nave, tiene escasa visibilidad, necesita esforzar la vista, está en tensión, nervioso, con cansancio físico y con riesgo de accidente, en menor medida también le ocurre lo mismo al conductor de un automóvil, camionero o chofer de colectivo cuando maneja en una ruta con curvas (de montaña) en plena niebla con el suelo helado (con hielo).

El color, en forma de luz, es parte del espectro electromagnético, ver punto 13.1. y *figura 13.2.*, se estableció que:

- Todas las ondas electromagnéticas del espectro son iguales excepto en la longitud y frecuencia.
- Toda la energía radiante (cualquiera sea su tipo) se mueve a la misma velocidad
- Cada color tiene su longitud de onda definida (ver *figura 13.19.*)
- El valor de cada tinte es controlado por su amplitud, teniendo mayores amplitudes los valores claros que los valores oscuros.

La variación de color que entra a los ojos afecta la actividad muscular, mental y nerviosa, hay pruebas que demuestran que bajo la luz solar, la actividad muscular es de

23 unidades empíricas, este valor aumenta cuando la luz se desplaza hacia el azul, la luz verde aumenta más, llevándolo la luz amarilla a 30 unidades. Si se somete a un individuo a un determinado color, durante 2 minutos, su actividad mental y muscular varían.

El color puede utilizarse para deprimir o estimular a un individuo, hay colores que irritan y otros que tranquilizan.

El acondicionamiento cromático en el ambiente laboral es de suma importancia, los colores llamativos y/o brillantes molestan, distraen y hacen disminuir el rendimiento, produciendo cansancio ocular. Por ello es necesario conocer como funciona cada color y la relación existente entre ellos, sabiendo que lo normal es tener que tratar varios colores simultáneamente con más de uno de ellos relativamente dominantes, intentando crear un ambiente cromático agradable.

Se sabe que:

- En áreas de permanencia larga deben dominar los colores neutros, para no producir cansancio y además permitan hacer resaltar los señalamientos y los elementos más importantes, máquinas, equipos, etc.
- Los lugares de poca permanencia, como ser pasillos, lugares de reunión, etc., necesitan un tratamiento cromático con colores más definidos, según el efecto que se desee dar, frialdad, amplitud, calidez, etc.
- El área de poca permanencia, como ser halls, pueden colocarse colores vivos, con fuertes contrastes que estimulen, separen.

La vista no se acomoda igual en todos los colores, existen colores que cansan más la vista que otros. Muchas de estas alteraciones son difíciles de valorar en términos operativos, de todos modos, podemos decir que:

- Los colores claros se perciben con mayor amplitud.
- Los detalles con colores intensos se perciben mejor, en cambio, los detalles con colores saturados o puros se perciben con más dificultad.
- Los objetos oscuros se perciben como más caros y valiosos (etiqueta negra)
- Los ambientes oscurecidos funcionan como interiores.

### **13.7.2. EFECTO DE LOS COLORES**

Tras el estudio de los colores de la armonía de ellos dentro del ambiente, la estática y el calor que este le da al lugar, nos queda por ver lo principal que es la relación, la armonía de estos con respecto al hombre, los efectos de los colores entonces los podemos analizar bajo tres aspectos:

- 1- Efectos físicos
- 2- Efectos decorativos
- 3- Efectos psicológicos

#### **13.7.2.1. EFECTOS FISICOS**

En lo concerniente a efectos físicos podemos decir que hay varios:

- Poder reflejante
- Visibilidad

##### **Poder reflejante:**

Este fue estudiado en los puntos 7.2.1.12. al 7.2.1.13.3. y 7.6.7.2.

##### **Visibilidad:**

Como ya se hizo mención unos colores son más visibles que otros, Bustanoby estudió el problema y estableció una tabla que contiene 60 combinaciones de colores clasificados por su visibilidad e legibilidad a distancia, la misma se observa en la *figura 7.121*.

Es de la mencionada tabla que surgen los estudios para establecer normas o seleccionar colores para pintar, como ser máquinas y/o equipos donde se utilizan colores que tiendan a iluminar las piezas vivas (en movimiento), de modo que resalten del resto, de manera de llamar la atención y evitar accidentes permitiendo trabajar con más confianza. También de esta tabla surgen los colores contrastantes para el resalto en la visión en la fijación de carteles (ver colores de seguridad)

La visibilidad de un objeto depende del contraste entre su color y el del fondo (ver punto 7.3.5.), siendo el color más visible el negro sobre el amarillo. Cuando un equipo y/o máquina están pintados en forma monocromática o con colores muy similares el operador debe esforzar en demasiado la vista ocasionando cansancio. Por otro lado hay estudios que establecen que el verde posee un efecto en la pintura de las máquinas y/o equipos que no tiene ningún otro color, es muy calmante, no deprime, y se establece la razón en el hecho que es un color primario de la naturaleza.

1. Negro sobre amarillo.	31. Naranja sobre blanco.
2. Negro sobre naranja.	32. Verde esmeralda sobre azul marino.
3. Amarillo naranja sobre azul marino.	33. Verde esmeralda sobre negro.
4. Verde botella sobre blanco.	34. Amarillo sobre verde botella.
5. Rojo escarlata sobre blanco.	35. Púrpura sobre verde esmeralda.
6. Azul marino sobre blanco.	36. Azul marino sobre verde esmeralda.
7. Azul marino sobre blanco.	37. Rojo escarlata sobre verde esmeralda.
8. Blanco sobre azul marino.	38. Verde esmeralda sobre naranja.
9. Amarillo naranja sobre negro.	39. Verde botella sobre verde esmeralda.
10. Blanco sobre negro.	40. Amarillo sobre rojo escarlata.
11. Blanco sobre verde botella.	41. Naranja sobre verde botella.
12. Blanco sobre rojo escarlata.	42. Verde esmeralda sobre verde botella.
13. Blanco sobre púrpura.	43. Amarillo sobre blanco.
14. Púrpura sobre blanco.	44. Púrpura sobre rojo escarlata.
15. Azul marino sobre amarillo.	45. Verde esmeralda sobre púrpura.
16. Azul marino sobre naranja.	46. Negro sobre rojo escarlata.
17. Amarillo sobre negro.	47. Negro esmeralda sobre rojo escarlata.
18. Rojo escarlata sobre amarillo.	48. Naranja sobre rojo escarlata.
19. Amarillo sobre azul marino.	49. Rojo escarlata sobre azul marino.
20. Púrpura sobre amarillo.	50. Blanco sobre naranja.
21. Púrpura sobre naranja.	51. Azul marino sobre verde botella.
22. Blanco sobre verde esmeralda.	52. Naranja sobre verde esmeralda.
23. Verde botella sobre amarillo.	53. Rojo escarlata sobre negro.
24. Rojo escarlata sobre naranja.	54. Azul marino sobre verde botella.
25. Verde esmeralda sobre blanco.	55. Amarillo sobre verde esmeralda.
26. Amarillo sobre púrpura.	56. Verde botella sobre rojo escarlata.
27. Naranja sobre púrpura.	57. Rojo escarlata sobre verde botella.
28. Verde botella sobre naranja.	58. Azul marino sobre púrpura.
29. Verde esmeralda sobre amarillo.	59. Rojo escarlata sobre púrpura.
30. Naranja sobre amarillo.	60. Blanco sobre amarillo.

**Figura 13.121.:** Tabla de legibilidad a distancia de bustanoby

### **13.7.2.2. EFECTOS DECORATIVOS.**

No Hace falta aclarar que los colores son un medio decorativo, de hecho, lo fue para el hombre desde que hizo su primera pintura rupestre.

En la arquitectura es estudiado con profundidad el uso de los colores, y en las empresas estos entran en el estudio de la estética industrial, empleando en muchos casos colores tan convencionales como el rojo para la señalización de incendio o el amarillo en la demarcación de áreas.

Hay que el color adecuado debe facilitar la limpieza del taller, permitiendo detectar los lugares sucios, con polvo, basura, etc., el trabajador generalmente tiene más cuidado de no ensuciar o dejar de limpiar los sitios donde desarrolla sus labores, como así de no dejar de recoger la basura y/o desperdicios.

Lo mismo en los equipos, cajas, tableros, y todo compartimento cerrado sometidos a mantenimiento, deben pintarse en forma adecuada de tal manera que permita observar los elementos que contenga en su interior, para su inspección correcta y fácil. (Ver anexo II- VII El color en el mantenimiento)

La pintura no solo tiene funciones decorativas sino también de preservación, (conservación del edificio, impermeabilización, reducir la descamación de los revoques, facilitar el aseo, etc.)

### **13.7.2.3. EFECTOS PSICOLOGICOS**

Los colores además de un efecto fisiológico traen al hombre un efecto psicológico, ya se mencionó que estos pueden traer sentimientos depresivos, de alegría, turbadores, etc., se sabe que con alegría el trabajo se hace con menor esfuerzo

Tanto los oftalmólogos con los psicólogos han realizado muchos estudios con respecto a la reacción psicológica de los colores en los seres humanos llegando a las conclusiones citadas en el punto 13.7. fundamentalmente a lo expresado por Gradjeam (ver *figura 13.119.*), en general los colores vivos causan excitación, mientras que los neutros inducen al descanso; los colores claros resaltan los objetos dando la sensación de mayor tamaño, mientras que los colores oscuros hacen el efecto inverso.

En tareas de tipo mental, los colores malva, verde claro y azul turqués son más convenientes, dado que incentivan la memoria y asimilación, además de dar un ambiente sereno, en trabajos que requieren habilidad y precisión, los colores blancos violado y azul celeste ayudan mucho, y en el ámbito de los negocios los mismos colores dan un aumento de la sensatez, en las tareas de manejo de datos el beige y el ladrillo ayudan a la investigación mientras que el amarillo da pereza y el rojo excita

En lo referido a seguridad existe a nivel mundial un sin número de normas tales como "Safety Color Code for Marking Physical Hazards and the Identification of Certain Equipment", Z53.1 del ANSI (American National Standards Institute), DIN 2404, DIN 2403 de la Deutsche Normen, y por último nuestras Normas IRAM.

#### **NOTA: La firma ALBA de Buenos Aires dice:**

- 1- Una aplicación práctica y útil del color consiste en pintar en tonos opuestos el fondo de la sala de trabajo, en los sitios donde los obreros realizan operaciones precisas, como, por ejemplo, laminado o bobinado. Se comprobó que, en ausencia de contraste de colores, los ojos sufrían cansancio, mientras que, del otro modo, el cansancio no llegaba a producirse**
- 2- Las reglas publicadas referentes a las investigaciones preconizan el uso de colores diferentes para maquinaria de una misma sección son colocadas en forma diferente. Así como la no utilización de colores chillones donde trabajan máquinas ruidosas.**
- 3- Algunos colores contrastantes recomendados son:**

#### **Paredes**

Gamuza - claro  
Beige - crema  
Ocre - amarillo claro

#### **Máquinas**

Verde claro  
Azul - verde claro  
Azul claro

- 4- El empleo de colores claros para las máquinas aumenta el contraste entre estas y las piezas por trabajar, por ejemplo, para aceros y aluminios, que serán más visibles que en un fondo gris.
- 5- En las escuelas, estudios realizados determinaron algunos conceptos sobre la utilización de ciertos colores. Prescindir del blanco que produce deslumbramiento, el marrón que es triste, el negro que absorbe demasiada luz, el rojo de influjo demasiado excitante, el rosa como color excesivamente caliente.
- 6- En las escuelas el blanco se mantendrá para el techo. El marrón ciertamente descansa el espíritu, pero produce también una depresión demasiado intensa que se puede paliar asociándola con el amarillo o anaranjado. Se considera que las aulas pintadas de amarillo o en verde pálido animan a trabajar con alegría. Otros colores recomendados en sus tonalidades pálidas son, azul, beige y gris perla.
- 7- En las escuelas, está comprobado que la asociación de colores atrae la atención del alumno hacia el pizarrón y el profesor. Para ello se tratarán las aulas con tonos fríos (azul claro y verde, techo blanco azulado) mientras que lo que rodea al polo de atracción será de tonos calientes.
- 8- Igual regla que para las escuelas utilizaremos para la elección de colores en salas de conferencias, evitando azules y marrones, utilizando del mejor modo tonos claros de amarillo o rojo, asociados a verdes equilibrantes, unido a una iluminación apropiada.
- 9- En hospitales el paciente tiene una visión restringida del edificio porque está confinado a los consultorios externos o a un conjunto compuesto por un corredor, una sala y un baño. Está enfermo y ha perdido su libertad, por lo tanto, es muy que los colores no sobreestimulen sus emociones, preferiéndose colores relajantes como la gama de los verdes o azules pálidos, algo grisados, que inviten al descanso sufridos a la suciedad y el mal trato. También pueden utilizarse tonos pastel rosados o amarillos, siempre y cuando no contengan demasiada fuerza cromática. Estos colores se recomiendan en las habitaciones orientadas hacia el sur, por que son más cálidas y luminosas (la sensación), mientras que las tonalidades verdes o azuladas se recomiendan para habitaciones orientadas hacia el norte, donde es preferible la sensación de frescura. Los colores cálidos son más convenientes en salas de pacientes convalecientes, mientras que los colores fríos son más aptos para salas con pacientes crónicos.
- 10- El personal del hospital que tiene libertad de movimiento, los colores para los recintos habitados por ellos deberían ser agradables y fáciles de mantener. Aquí son importantes los acabados de las pinturas, se recomiendan los acabados mate en la parte superior de la pared y uno brillante más resistente al uso en la parte inferior, las habitaciones de las enfermeras deben ser pintadas de amarillo pálido o de color durazno, para conseguir un efecto levemente agresivo, que incita a la acción.

- 11- En geriatría nos encontramos con el problema de visión que hacen que ciertos colores no sean aconsejables. La lente del ojo humano tiende a tornarse amarilla con los años, lo que significa que los colores son vistos a través de un filtro amarillo, hecho que puede ser desastroso para algunos colores como, por ejemplo, el azul que es visto como gris. En cambio, el amarillo no cambia y por lo tanto es más adecuado, para ser percibido por personas de la tercer edad.**
- 12- En psicoterapia el color tiene también una particular participación. En general la luz brillante y los colores cálidos ejercen una atracción a los estímulos, una tendencia a que el ser humano dirija su actividad hacia el mundo y emprenda una acción. La iluminación suave y los colores fríos incitan a enfrascarse e inspirar la introspección.**
- 13- En los quirófanos y recintos de cirugía es adecuado el azul-verdoso porque los grandes paños blancos cansan la vista, contraen las pupilas y tornan la visión más difícil. Siendo además complementarios del rojo de la sangre y músculos, producen un efecto de equilibrio muy necesario para este tipo de situación.**
- 14- En fisioterapia, salas de rayos X, lavanderías, donde los pacientes y personal estén expuestos a altas temperaturas, es ideal el azul verdoso.**
- 15- Las oficinas y laboratorios el efecto color puede ser guiado por la orientación de la habitación marfil si dan al sur ya que es un color cálido y luminoso, y tonos claros de azul o verde cuando están orientados para el norte o el oeste, para producir un efecto contrario al anterior.**
- 16- Los corredores, escaleras en general, en estancias sin ventanas, el color puede ser utilizado para compensar la falta de luz natural. En estos casos, el amarillo pálido o el color durazno son ideales. No solamente parece producir un efecto de asoleamiento, sino que, siendo moderadamente agresivos, levantan el ánimo y proveen contraste agradable.**
- 17- Los almacenes, cocinas y habitaciones donde se guarda la ropa de cama pueden ser blancas, siempre que la permanencia del personal en las mismas no sea prolongada, si fuera así, es preferible el verde o el azul verdoso.**
- 18- Los investigadores concuerdan en tres efectos de color como los más favorables para la utilización en hospitales. El primero es un suave azul verdoso, el complemento de la piel humana; este color crea un entorno fresco y de relajación. El segundo comprende la tonalidad de la piel del color durazno, que es el color de la piel humana y da sensación de amplitud. El tercero es un suave gris perla, que armoniza agradablemente con muchos colores y proporciona un perfecto fondo para cualquier tono.**

La iluminación natural es sumamente utilizada por lo económica, pero trae consigo desde el punto de vista psicológico, efectos positivos (inclusive la presencia de ventanas también lo es), dentro de los cuales podemos citar:

- Facilita los cambios de acomodación visual (en distancia)
- Amplia el campo visual y evita efectos de claustrofobia.
- Aumenta la estimulación sensorial
- Acompasa los ritmos biológicos (circadiano).

- Previene el síndrome depresivo estacional.

El Dr. Wurtman descubrió que la melatonina segregada por la glándula pineal en la aparición de cuadros depresivos en las personas que se exponen poco a la luz solar, (en trabajos en el interior de establecimiento, en trabajadores de minas y en metros, también se da en las regiones australes donde los días de invierno son muy largos).

Los desórdenes por efecto estacional son:

- Tristeza
- Ansiedad
- Irritabilidad
- Somnolencia
- Retraimiento
- Desmotivación

### **13.8. COLORES DE SEGURIDAD**

Los colores también se utilizan para proteger la vida, para ello se utilizan luces y carteles, para evitar accidentes, los colores se combinan de manera de obtener la máxima visibilidad y legibilidad. La señal luminosa roja es fácilmente reconocible, es de hecho el color de mejor visibilidad, seguido del verde, el amarillo y el blanco. El azul y el púrpura son los más difíciles de distinguir. En materiales opacos el amarillo es el más fácil de distinguir, seguido por el naranja y el rojo-naranja, siendo el azul el más difícil de distinguir

Para una formación de contrastes por colores en la conformación de puestos de trabajo y procesamiento de trabajo se presentan los colores complementarios, como por ejemplo azul-naranja, rojo-verde, para hacer resaltar medios y objetos de trabajo. (Ver *figura 13.121.*)

Para prevenir el peligro de que objetos o situaciones pasen desapercibidas o no sean percibidas conscientemente o que su reconocimiento sea forzoso, se hace necesaria la utilización de colores de seguridad según la Norma IRAM 10005 y 2507 (ver *figura 13.122.*)

#### **NOTA:**

- **Amarillo o amarillo y negro a rayas significan peligro de tropezar o caer.**
- **Naranja se usa para indicar peligros de corte o quemaduras**
- **Verde se usa para marcar el equipo de primeros auxilios.**
- **Rojo, está destinado a los elementos de lucha contra incendios.**
- **Azul, indica cuidado, prevención, advertencia.**
- **Púrpura, alerta sobre materiales radiactivos.**
- **Blanco, gris y negro se emplean para control de tránsito y ordenamiento.**

**Para la identificación de cañerías se usa:**



- **Rojo, para protección contra incendios.**
- **Amarillo y naranja para materiales peligrosos.**
- **Verde, blanco, negro y gris para elementos diversos que no ofrecen peligro.**
- **Azul, para materiales de protección.**
- **Púrpura para elementos valiosos.**

No todos los colores son percibidos igualmente en la totalidad del campo visual como se mencionó anteriormente.

El campo visual del ojo humano libre para una dirección visual horizontal no es constante, sino que está disminuida en las zonas marginales. Debido a ello en un ángulo vertical de 40° - 70°, los colores anaranjado, amarillo y azul son reconocidos antes que el rojo y el verde, por ello por ejemplo, al acercarse un vehículo una persona lo reconoce antes si está pintado de amarillo y negro que si está pintado de rojo.

Los lugares de peligro en los puestos de trabajo en muchos casos no pueden ser eliminados constructivamente, o no asegurados suficientemente por instalaciones protectoras. Debido a ello, es necesario indicar bajo las condiciones bajo las cuales es posible manejarse con los medios de trabajo sin peligro, y demarcar claramente los lugares de peligro. Se suele reforzar las indicaciones con medios acústicos o luminicos

Color de seguridad	Significado	Color contrastante	Ejemplo de aplicación
Rojo	Peligro directo Prohibición	Blanco	Dispositivos de corte de emergencia
Amarillo	Precaución Posible peligro	Negro	Cintas transportadoras, escalones, caminos de circulación
Verde	Sin peligro Primeros auxilios	Blanco	Puertas de salida de emergencia, recintos y elementos para primeros auxilios
Azul	Recordación	Blanco	Señales indicadoras con instrucciones de seguridad (por ejemplo, zonas de ruidos)

**Figura 13.122.** Colores de Seguridad

Los símbolos de seguridad de referencia se diferencian en:

- **Carteles de prohibición:**  
Redondos, de fondo blanco, símbolos o escrituras negras; bordes y rayas diagonales en rojo.
- **Carteles de indicaciones:**  
Redondos, fondo azul, símbolo y escrituras blancas.
- **Carteles de advertencia:**  
Triangulares, fondo amarillo, símbolos y escrituras, así como bordes de contraste negros.

- **Carteles informativos:**

Rectangulares o cuadrados, fondo verde, símbolos y escrituras blancas.



Figura 13.123.: Carteles de prohibición



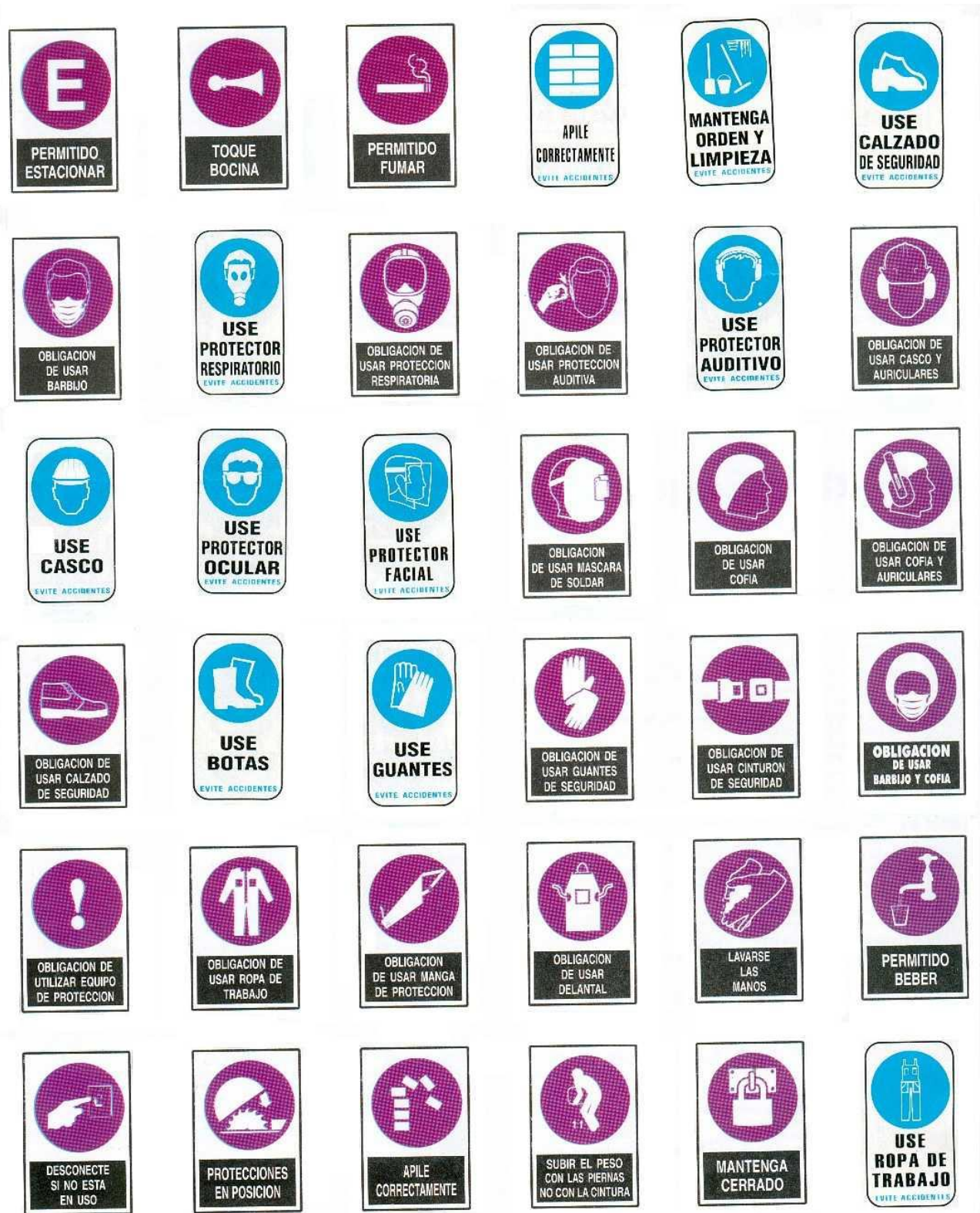


Figura 13.124.: Carteles de indicación



Figura 13.125.: Carteles de advertencia





Figura 13.126.: Carteles informativos



dichos pictogramas pueden ser standares, muchos de los cuales están normalizados otros simplemente son comerciales adoptados por el uso y costumbre, pero eso no implica que ente la necesidad uno pueda idear un pictograma nuevo que al verlo el receptor pueda identificar e interpretar la idea.

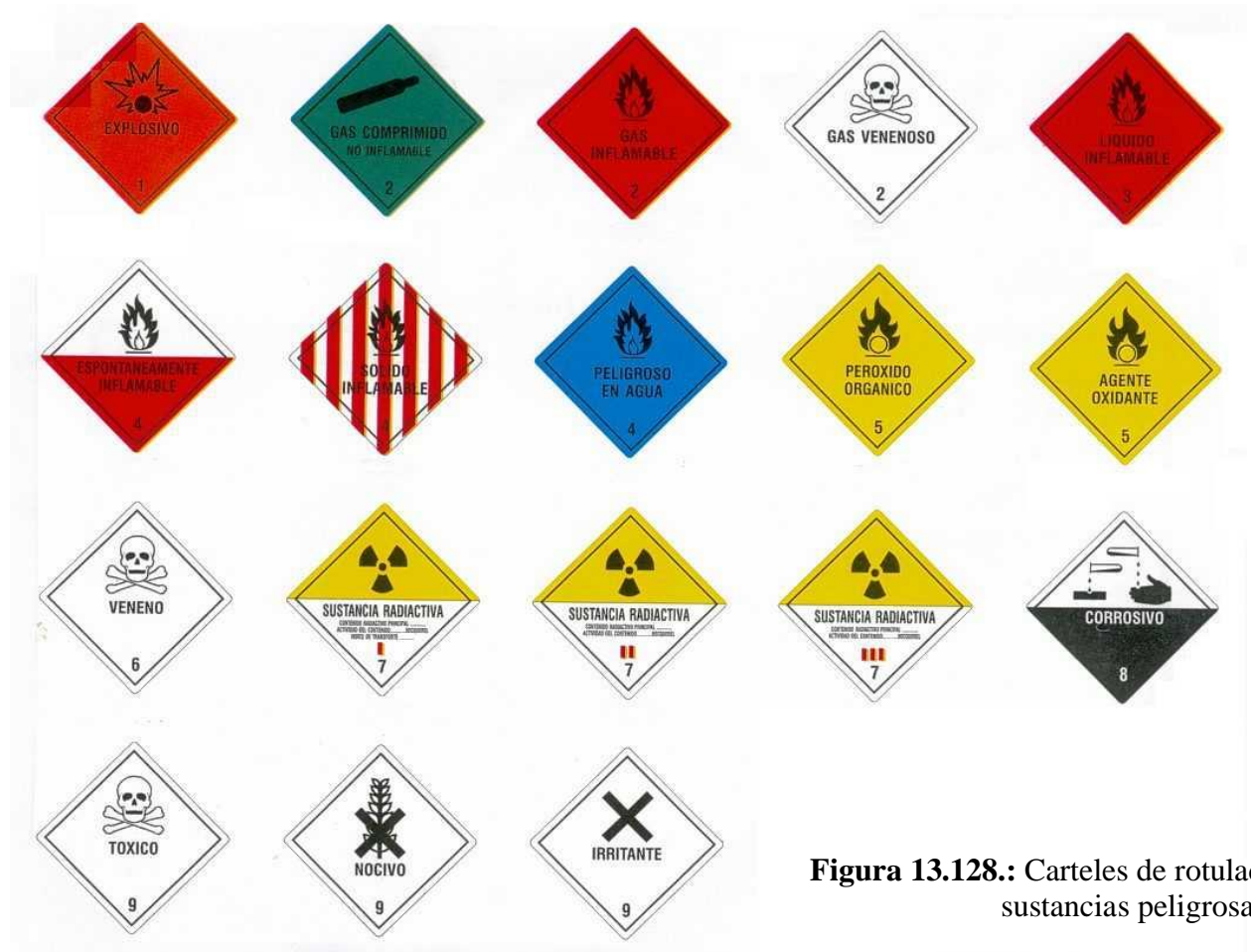


Figura 13.128.: Carteles de rotulado de sustancias peligrosas



Figura 13.129.; Carteles de indicaciones generales

Existen además un sin número de carteles tales como los que se confeccionan para identificación de materiales peligrosos, a través de un código de colores y números normalizados, en la **figura 13.130.**, se presenta una familia de carteles para armar, sobre una placa con auto adhesivos de la firma Produseg SRL de Ramos Mejía Pcia. De Buenos Aires.





Figura 13.130.: Carteles de identificación de materiales peligrosos, con autoadhesivos de la firma Produseg. SRL





**Figura 13.131.:** Carteles de identificación de riesgos, para colgar con o sin autoadhesivos de la firma Produseg. SRL.

También se utilizan tarjetas de identificación con colores, a las que se le agregan autoadhesivos y/o textos según necesidad para colocar en máquinas, equipos, etc., que está en reparación o con fallas u otro problema y necesitan dar una prevención o información a los usuarios u operadores.

Son señales específicas, temporarias

También se hace **uso de colores como auxiliares** de identificación de prevención en determinados lugares, por ejemplo:

- Amarillo y negro
  - 1- Escaleras: pintar primera y última contrahuella (alzada).  
Franjas alternadas de 5 cm. de ancho a 45° con respecto a la horizontal
  - 2- Columnas: aquellas que delimitan con la circulación de vehículos de transporte interno y/o externo (autoelevadores entre otros), deben ser pintadas con franjas alternativas de 10 cm. de ancho a 45° con respecto a la horizontal, hasta la altura de 2 m.. En las entradas y salidas, se efectúa lo mismo.
  - 3- También deben ser pintados de la misma forma:
    - Desniveles bruscos
    - Partes salientes de instalaciones máquinas o equipos., que se proyecten sobre áreas de circulación o normales de trabajo.

- Anaranjado

- Interiores de cajas de llaves, fusibles, o conexiones eléctricas
- Indicadores de límites de carrera de piezas móviles
- Interior de puertas o cierres que deban permanecer cerrados

- Verde

- Duchas de seguridad
- Lava ojos
- Ubicación de canillas

- Rojo

Con este color se pinta todo lo referente a protección contra incendio Ver **figura 13.127.**

- Blanco y negro

Los lugares donde se determine la ubicación de recipientes para desperdicios y residuos, o cualquier material descartable.



**Figura 13.132.** : Colores de identificación de cañerías (firma Produseg. SRL.)

NOTA:

Existen también pinturas fotolumincentes, las cuales después de estar expuestas a la luz, por un breve tiempo (entre 5 y 15 segundos) se activan como luminicentes.

La característica de fotoluminiscencia en los productos buenos perdura por varias horas (además no son radiactivas)

Estas pinturas se utilizan por lo general para señalar vías de escape (seguridad en accidentes), También las hay en cintas auto adhesivas

Quedan

### **13.9. LISTA DE CHEQUEO PARA ILUMINACION**

**Al estudiar la iluminación de un local destinado a actividades laborales se debe considerar los siguientes puntos:**

**1- Plantea el trabajo elevados requerimientos para la vista?**

**2- Requiere el puesto una elevada intensidad lumínica?**

**3- Se requiere una iluminación artificial general.**

**4- Se va a utilizar iluminación natural o combinada?**

**Nota: Si se va a utilizar alguna de las anteriores, hay que tener en cuenta que las tablas de luminosidad natural no son iguales para la misma latitud por el efecto del polvo en suspensión, humedad ambiente, etc., por ejemplo; no es la misma en San Juan, que en Córdoba o en Santa Fe.**

**5- Se requiere una iluminación especial para el puesto de trabajo?**

**6- Implica la disposición de la tarea en el puesto de trabajo la necesidad de la existencia de diferentes intensidades luminosas?**

**7- Son fácilmente distinguibles los objetos de trabajo que se deben observar incluso al existir distintas intensidades de iluminación diurna?**

**8- Existe una diferencia grande, media o despreciable entre la claridad y el objeto a observar y su entorno?**

**9- Produce el puesto de trabajo o su entorno efectos de deslumbramiento o encandilamiento?**

**10- Existen requerimientos especiales en lo referente a la necesidad de percibir y apreciar colores?**

**11- Hay problemas de reflejos a causa de la iluminación artificial o natural?**

**NOTA: No existe regla alguna sobre las medidas a adoptar debido a la gran variedad de tareas que se hacen con las computadoras, (dibujo-diseño en sistemas CAD o equivalente, por ejemplo, o simple entrada de datos en una planta fabril, o trabajos de operación en oficinas, etc.); por lo cual cada caso se debe tratar en particular.**

## BIBLIOGRAFIA

### CAPITULO 13

Alba S.A.

Dimensión del color, (Fotometría-Fisiología-Psicología)  
Buenos Aires (1985)

Dr. Alcobe, Santiago.

Biología Humana  
Editorial Labor  
Barcelona (1957)

Bayer

Manual de los 100 años.

Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnug

Sichere Technik in der Medizin von Dipl.-Ing. (FH) K. Albercht, H. Clasen;  
Dipl.-Ing. (FH) G. Karliceck, Ing. (grad) E. Kölbl, C. Lenz; Dipl.-Ing. (FH) M.  
Möhrlein, Dr.- Ing. A. Obermayer, Dipl.-Ing. E. Pointner, Dipl.-Ing. R. Röder,  
Dipl.-Ing. H. Rudolf, Dipl.-Ing. (FH) W. Scheidl, Prof. med. K. Peter.

Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnug

Arbeiten mit den Bildschirmaber richtig.  
Studic von Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. Helmunt  
Krueger, Prof. Dr. med. Wolf Müller Limmroth. (1989)

Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnug

Beleuchtung am Arbeitsplatz  
Studic von Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. Helmunt  
Krueger, Prof. Dr. med. Wolf Müller Limmroth. (1989)

Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnug

Ergonomie an der Kasse-aber wie?  
Studic von Priv.-Doz. Dr.-Ing. Habil.Helmut Strasser, Prof. Dr. med. Wolf  
Mülle-Limmroth (1983)

Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnug

Farbe am Arbeitsplaz  
Studic von Dr. Heinrich Frieling. (1989)

Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnug

Arbeit und Stress  
Studic von Prof. Dr. Med. Wolf Müller- Limmroth  
Bearbeitet von Dr. Reinhard Schug. (1990)

Dupuis, H.Gestaltung von Schleppern und lanswirtschaftliichen Arbeitsmaschinen.

Verlag  
TÜV Rheinland (1981)

- ECMA (European Computer Manufacturers Association  
 -Ergonomics Recommendations for VDU Work Places TR/22  
 March 1984  
 -Visual Displays Health Aspects TR/33  
 December 1985  
 -Ergonomics- Requirements for non-CRT Visual Display Units  
 June 1989
- Beckert, J., Mechel, F. P., Lamprecht H. O. Gesundes Wohnen. (1986)
- Benz C., Leibig J., Roll F. Gestalten der Sehbedingungen am Arbeitsplatz. Verlag TÜV  
 Rheinland (1981)
- Benz C., Grob R., Haubner P. Gestaltung von Bildschirm-Arbeitsplätzen. Verlag TÜV  
 Rheinland (1981)
- Clarín, Diario Buenos Aires.
- Cortez, José Maria. Técnicas de Prevención de riesgos laborales  
 Editorial Tebar Flores (1996)
- Grandjean E.: Physiologische Arbeitsgestaltung (1991)
- Jenner R. D. Und Berger G. Arbeitsplatzgestaltung und Körpermasse. Verlag TÜV  
 Rheinland (1986)
- Kirchner J., Baum, E. Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter. (1990)
- Knaut, Peter – Ruteneranz. Taschenbuch der Arbeitgestaltung. Verlag J P Bachem  
 Köln  
 1977.
- Landan, K.: A. Unswirkungen der Mikroelektronik aus Arbeitswissenschaftlicher Sicht.  
 In  
 REFA Nachrichten, (1980)
- Lange, W. Kleine Ergonomische Datensammlung. Verlag TÜV Rheinland (1991)
- Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. Beuth Verlag GmbH, Berlin – Köln  
 (1992)
- MAPFRE, Fundación. Manual de Higiene Industrial. España 1996
- Mc Kornick, Ernest J.: "Elementos de Ergonomia", Editorial Gustavo Gil S.A.  
 Barcelona  
 (1980).
- Melo, José Luis, Manual de Ergonomía Aplicada a las Videoterminals, Ed FISO  
 Buenos Aires 2008

- Müller, Bernd H. Ergonomie – Bestandteil der Sicherheits – wissenschaft. Beuth Verlag GmbH. Berlin – Köln. (1992)
- Munker, H. Umgebungseinflüsse am Büroarbeitsplatz. Verlag TÜV Rheinland (1979)
- Parro, Nereo R.: “Elementos de Ergonomía”, (Sistema hombre máquina), Universidad de Buenos Aires, 1967).
- Poza, Ma de la . Seguridad e Higiene Profesional. Editorial Paraninfo S.A. Madrid 1990
- Produseg SRL R. Mejia Pcis. De Buenos Aires Argentina (1998)
- REFA: "Módulo 1" Tema 4, (Ergonomía) Fundación REFA de Argentina, Buenos Aires 1985-90
- Rohmert, W.. Grundlagen der technischen Arbeitsgestaltung."(1981)
- Schmidke, H.: "Lehrbuch der Ergonomie 2. Auflage, Carl Hanser Verlag",München-Vien, (1981).
- Schmidke, H.: "Ergonomische Prüfung von Technischen Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben Daten und Methoden. Carl Hanser Verlag",München-Vien, (1989).
- Schnauber Zerlett Beanspruchungs-messmethoden. Verlag TÜV Rheinland Dortmund (1981)
- Schultetus W. Montage-gestaltung. Verlag TÜV Rheinland (1987)
- UGT de España: Informe
- Prof. Dr. Villee  
Biología  
EUDEBA  
Buenos Aires (1961)

## **INDICE CAPÍTULO 13 - LA ILUMINACIÓN Y LA VISTA EN EL TRABAJO**

- 13. 1.                   INTRODUCCION**
- 13. 2.                   LA LUZ**
- 13. 2. 1.               FOTOMETRÍA (MEDICION DE LA LUZ)**

13.	2.	1.	1.	<b>FUNDAMENTOS</b>
13.	2.	1.	2.	<b>INTENSIDAD LUMINOSA</b>
13.	2.	1.	3.	<b>FLUJO LUMINOSO</b>
13.	2.	1.	4.	<b>ÁNGULO SOLIDO</b>
13.	2.	1.	5.	<b>ILUMINANCIA O ILUMINACIÓN</b>
13.	2.	1.	6.	<b>LUMINANCIA</b>
13.	2.	1.	7.	<b>BRILLO</b>
13.	2.	1.	8.	<b>CONTRASTE</b>
13.	2.	1.	9.	<b>RENDIMIENTO DE COLOR</b>
13.	2.	1.	10.	<b>TEMPERATURA DE COLOR</b>
13.	2.	1.	11.	<b>APARIENCIA DE COLOR</b>
13.	2.	1.	12.	<b>REFRACTANCIA</b>
13.	2.	1.	13.	<b>REFLEXIÓN</b>
13.	2.	1.	13. 1.	<b>REFLEXIÓN ESPECULAR</b>
13.	2.	1.	13. 2.	<b>REFLEXIÓN DIFUSA</b>
13.	2.	1.	13. 3.	<b>REFLEXIÓN MIXTA</b>
13.	2.	2.		<b>COLOR</b>
13.	2.	2.	1.	<b>SISTEMA CROMÁTICO</b>
13.	3.			<b>EL OJO</b>
13.	3.	1.		<b>MORFOLOGÍA</b>
13.	3.	1.	1.	<b>MUSCULOS DEL OJO</b>
13.	3.	1.	2.	<b>COMUNICACIÓN DEL OJO CON EL CEREBRO</b>
13.	3.	1.	3.	<b>ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LA RETINA</b>
13.	3.	2.		<b>FORMACIÓN DE LA IMAGEN</b>
13.	3.	3.		<b>PERCEPCIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA LUZ</b>
13.	3.	4.		<b>PERCEPCIÓN DE LOS COLORES</b>
13.	3.	5.		<b>CONTRASTE</b>
13.	3.	6.		<b>CAPACIDAD DEL OJO HUMANO</b>
13.	3.	6.	1.	<b>ADAPTACIÓN</b>
13.	3.	6.	2.	<b>ACOMODACIÓN</b>
13.	3.	6.	3.	<b>PERCEPCIÓN (VELOCIDAD DE PERCEPCIÓN)</b>
13.	3.	6.	4.	<b>SENSIBILIDAD AL CONTRASTE (AGUDEZA VISUAL)</b>
13.	3.	6.	5.	<b>SENSIBILIDAD ESPECTRAL</b>
13.	3.	6.	6.	<b>EJES DEL SISTEMA ÓPTICO</b>
13.	4.			<b>OFTALMOLOGÍA LABORAL</b>
13.	4.	1.		<b>ACCIDENTES OCULARES</b>
13.	4.	1.	1.	<b>QUEMADURAS OCULARES</b>
13.	4.	1.	2.	<b>CAUSTICACIONES OCULARES</b>
13.	4.	1.	3.	<b>TRAUMATISMOS SUPERFICIALES</b>
13.	4.	2.		<b>PATOLOGÍAS VISUALES</b>
13.	4.	2.	1.	<b>ASTHENOPÍA</b>
13.	4.	2.	2.	<b>HIPERMETROPÍA (VISTA LARGA)</b>
13.	4.	2.	3.	<b>AMPIOPIA (VISTA CORTA)</b>
13.	4.	2.	4.	<b>FORIA</b>
13.	4.	2.	5.	<b>ANISCORIA</b>
13.	4.	2.	6.	<b>PRESBICIA</b>
13.	4.	2.	7.	<b>ASTIGMATISMO</b>
13.	4.	2.	8.	<b>GLAUCOMA</b>
13.	4.	2.	9.	<b>CEFALALGIAS DE ORIGEN OCULAR</b>
13.	4.	3.		<b>PATOLOGÍAS DE ORIGEN LABORAL</b>

13.	4.	3.	1.	PATOLOGÍAS DE LOS PÁRPADOS
13.	4.	3.	2.	PATOLOGÍAS DE LA CONJUNTIVA
13.	4.	3.	3.	PATOLOGÍAS DE LA CÓRNEA
13.	4.	3.	4.	PATOLOGÍAS DE LAS VÍAS LAGRIMALES
13.	4.	3.	5.	PATOLOGÍAS DEL CRISTALINO
13.	4.	3.	6.	PATOLOGÍAS DEL NERVIÓ OPTICO
13.	4.	3.	7.	PATOLOGÍAS DE MUSCULATURA ESTRAOCULAR
13.	5.			ENVEJECIMIENTO
13.	6.			ASPECTOS RELATIVOS A LA LUZ
13.	6.	1.		ILUMINACIÓN NATURAL
13.	6.	2.		ILUMINACIÓN ARTIFICIAL
13.	6.	2.	1.	LAMPARAS DE INCANDESCENCIA
13.	6.	2.	2.	LÁMPARAS DE DESCARGA
13.	6.	3.		SISTEMAS DE ALUMBRADO
13.	6.	3.	1.	ALUMBRADO DIRECTO
13.	6.	3.	2.	ALUMBRADO SEMIDIRECTO
13.	6.	3.	3.	ALUMBRADO DIFUSO GENERAL (UNIFORME)
13.	6.	3.	4.	ALUMBRADO SEMI INDIRECTO
13.	6.	3.	5.	ALUMBRADO INDIRECTO
13.	6.	4.		TIPOS DE DISTRIBUCIÓN LUMINOSA
13.	6.	4.	1.	ALUMBRADO GENERAL
13.	6.	4.	2.	ALUMBRADO LOCALIZADO
13.	6.	4.	3.	ALUMBRADO SUPLEMENTARIO
13.	6.	5.		NIVELES DE VISIBILIDAD (NV)
13.	6.	5.	1.	DETERMINACIÓN DE RECOMENDACIONES SOBRE NIVELES DE ILUMINACION
13.	6.	6.		DESLUMBRAMIENTO
13.	6.	6.	1.	EFFECTOS DEL DESLUMBRAMIENTO
13.	6.	6.	2.	DESLUMBRAMIENTO Y CONFORT VISUAL
13.	6.	6.	3.	FORMA DE OBTENCIÓN DE LOS GRADOS DE DESLUMBRAMIENTO E INCOMODIDAD (GDI)
13.	6.	6.	4.	REDUCCIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO
13.	6.	7.		DISTRIBUCIÓN DE LA LUZ
13.	6.	7.	1.	PROPORCIÓN DE LUMINANCIA
13.	6.	7.	2.	REFERENCIA
13.	7.			AMBIENTE CROMÁTICO (EL COLOR EN EL TRABAJO)
13.	7.	1.		ACONDICIONAMIENTO CROMÁTICO
13.	7.	2.		EFFECTO DE LOS COLORES
13.	7.	2.	1.	EFFECTOS FÍSICOS
13.	7.	2.	2.	EFFECTOS DECORATIVOS
13.	7.	2.	3.	EFFECTOS PSICOLÓGICOS
13.	8.			COLORES DE SEGURIDAD
13.	9.			LISTA DE CHEQUEO PARA ILUMINACIÓN
				BIBLIOGRAFÍA



## ANEXO I AL CAPITULO 13

TRABAJO	Luxes ** Práctica moderna	Clase de iluminación
<b>Acero</b> (Véase <Hierro y Acero> - <Metalurgia>)		
<b>Acumuladores</b>		
Fabricación de Acumuladores		
Fabricación de las rejillas	125	C
Almacenaje (Véase también <Depósitos>)		
Salas de almacenaje		
Materiales bastos y voluminosos	30	E
Materiales de tamaño corriente o pequeños	75	D
<b>Almacenes</b> (Véase <Depósitos>)		
<b>Armas</b> (Véase también <Proyectiles>, <Material Bético> y <Explosivos>)		
Fábrica de Armas		
Forjar y vaciar los cañones y sus monturas	75	D
Fresar y pulir el arma de los cañones, recámaras y monturas	150	C
Medir y verificar las piezas: fabricación y montaje del alza y mecanismo de tiro	300	B
Montaje general	300	B
<b>Ascensores</b>		
Ascensores – Pasajeros y Carga	75	D
<b>Astilleros</b>		
General		
Aguilas de grada, áreas de fabricación	75	D
<b>Automóviles</b>		
Fábricas de automóviles		
Líneas de montaje	750	A
Montaje del chasis	150	C
Fabricación de carrocería o caja		
Piezas	125	C
Montaje	125	C
Acabado o inspección	1500	AA
<b>Aviación</b>		
Fabrica de aviones		
Fabricación de piezas		
Producción	300	B
Inspección	750	A
Remachar, soldar, taladrar	150	C
Cabinas de pintura	150	C
Preparación de las planchas de aluminio, formación y pulido de las piezas pequeñas del fuselaje, secciones de alas, cubiertas de motores	300	B***
Montajes componentes		
Trenes de aterrizaje, fuselajes, secciones de alas, cubiertas de motores y otras piezas de grandes dimensiones	150	C
Montaje final		
Instalación de motores, secciones de alas, tren de aterrizaje		
Montaje de los cañones y otras piezas importantes	150	C
Inspección del avión terminado y su equipo	300	B
Reparación de las herramientas	750	A
<b>Azúcar</b>		
Elaboración del azúcar	150	C
<b>Barro</b>		
Productos de barro y cemento		
Pulverización, prensas filtradoras		
Salas de hornos	30	E
Trabajos de molde o limpieza y debastadura	75	D
Color, vidriado y esmalte	125	C
<b>Bombones</b>		
Fabricación de bombones		
Empaquetar	125	C
Elaboración de los chocolates		
Descascarar, aventar, triturar, refinar	75	D
Limpiar y seleccionar los granos, inmersión, envasar, empaquetar	300	B
Moler	300	B
Elaboración de la crema		
Mezclar, cocer y moldear	125	C
Decoración a mano	300	B

<b>Caramelos</b>			
Mezclar, cocer y moldear	125		C
Cortar y seleccionar	300		B
Envasar y empaquetar	300		B
<b>Cajas</b>			
Fabricación de cajas de cartón			
Materiales claros	75		D
Materiales oscuros	300		B
Almacenaje	30		E
<b>Carpintería</b>			
Trabajos de carpintería			
Trabajos bastos de banco y con sierra	75		D
Acepillar, alijar, trabajos de banco corrientes, colar, barnizar, tonelería	125		C
Trabajo de banco finos, acabado	300		B
<b>Caucho</b>			
(Véase <Goma> - <Neumáticos>)			
<b>Centrales eléctricas</b>			
Centrales eléctricas, salas de máquinas y de calderas			
Calderas, manejo del carbón y cenizas, salas de acumuladores	30		E
Equipo auxiliar, interruptores de aceite, transformadores, motores, generadores, ventiladores, compresores	125		E
Salas de control			
Tablero y medidores	150		C
<b>Cerveza</b>			
Fábrica de cerveza			
Sala de fermentación, limpieza de los barriles y relleno de los barriles	75		D
Embotellar	125		C
<b>Conservas</b>			
Fábricas de conservas en lata	125		C
<b>Construcción</b>			
Construcción-General			
Excavación	15		F
Interior	30		E
Exterior	75		D
<b>Cristalería</b>			
Cristalerías			
Talleres de mezcla y homos, máquinas para el soplado, prensas	750		D
Moldura, corte, azogado	150		C
Pulido, biselado, esmerilado y decorado	300		B
Inspección	750		A
<b>Cuero</b>			
Fabricación de cuero			
Noques	30		E
Limpieza, curtido, estirado	75		D
Corte, descarnar	125		C
Acabado, empalmes	150		C
Trabajos en cuero			
Prensado, satinado	125		C
Materiales claros	125		C
Materiales de color intermedio	300		B
Materiales oscuros	750		A
Clasificación, corte, costura			
Materiales claros	150		C
Materiales de color intermedio	750		A
Materiales oscuros	1500		AA
<b>Depósitos</b>			
Almacenes, depósitos			
(Véase también almacenaje)	30		E
<b>Dibujo</b>			
(Véase <Salas de dibujo>)			
<b>Empaquetar</b>			
Empaquetar y embalar	75		D
<b>Encuadernación</b>			
Talleres de encuadernación			
Doblar, montar, colar	75		D
Cortar, perforar, coser	125		C
Repujar	125		C
<b>Escaleras</b>			
Escaleras, pasillos	30		E
<b>Explosivos</b>			
(Véase también <Armas>, <Proyectiles> y <Material bélico>)			

Hornos de mano, tanques de ebullición, secadoras estacionarias, cristalizadoras estacionarias	30	E
Hornos mecánicos, generadores y alambiques, secadoras mecánicas, evaporadores, filtros, cristalizadoras mecánicas	75	D
Tanque de cocción, extractores, filtros de percolación	125	C
<b>Forja</b>		
Talleres de forja y soldadura	75	D
<b>Formas</b>		
Fabricación de formas estructurales	75	D
<b>Fundición</b>		
Talleres de fundición		
Trabajos accesorios	30	E
Moldura basta y fabricación de machos de molde	75	D
Moldura fina y fabricación de machos de molde	125	C
<b>Galvanoplastia</b>		
Galvanoplastia	75	D
<b>Garages</b>		
(Véase también <Hangares>)		
Garages de automóviles		
Garage	75	D
Taller de reparaciones y lavado	300	B
<b>Goma</b>		
(Véase también <Neumáticos>)		
Artículos de goma o caucho		
Preparación de los componenetes	125 a 200	C
Preparación de tejido, corte y telares para medias	150	C
Productos estirados por presión	150	C
Productos moldeados, vulcanizados	300	B
Inspección	750	A
Embalaje	125	C
Almacenaje	30	E
<b>Grabado</b>		
(Véase también <Imprenta>)		
Grabado	1500	AA
<b>Granos</b>		
Molienda-Granos		
Limpieza, molienda	75	D
Hornear o tostar	125	C
Clasificación de la harina	150	C
<b>Guantes</b>		
Fabricación de guantes		
Prensado, trabajo de puntos		
Clasificación		
Materiales claros	125	C
Materiales de color intermedio	300	B
Materiales oscuros	750	A
Corte, costura, ajuste e inspección		
Materiales claros	150	C
Materiales de color intermedio	750	A
Materiales oscuros	1500	AA
<b>Hangares</b>		
(Véase también <Garages>)		
Hangares de aviones	300	B
<b>Hielo</b>		
Fabricación de hielo-Fabrica de compresores	75	D
<b>Hierro y Acero</b>		
(Véase también <Metalurgia>)		
Fabricación de hierro y acero		
Elaboración de lingotes, tochos, barras para láminas, tiras metálicas para tubos y planchas	75	D
Salas de calderas, salas de máquinas, hornos	75	D
Elaboración de tiras y planchas (proceso caliente)	75	D
Estírar a frío tiras, raíles, varillas, chapas universales y alambres	75	D
Elaboración de chapas estañadas		
Laminado caliente y tanques para estañar	75	D
Laminado frío	125	C
Inspección		
Chapa negra y lingotes	150	C
Chapas estañadas y otras superficies brillantes	150	B***
Talleres de reparación, salas de maquinaria		
Trabajos bastos de banco	125	C
Trabajos de banco o máquina corrientes	150	C
Trabajos finos, pulido	750	A
Trabajos extra finos	1500	AA
Cerrajería	75	D
Laboratorios, carpinterías, taller de moldes	150	C

Almacenaje	15	F
<b>Hilados</b>		
(Véase <Tejidos>, <Telas>)		
<b>Jabón</b>		
Fabricación de jabón		
Salas de calderas, corte, pulverización	75	C
Estampado, embalaje	125	D
<b>Imprenta</b>		
(Véase también <Grabado>)		
Industrias de imprenta		
Fundición de tipos		
Fabricación de matrices, alineación de los tipos	750	A
Clasificación	300	B
Vaciado a mano	150	C
Vaciado a máquina	125	C
Fotografía		
Planchas secas y películas	15000	AAAA+
Planchas húmedas	20000	AAAA+
Impresión sobre metal	15000	AAAA+
Electrocopia		
Vaciado, acabado, nivelación de los moldes	750	A
Montura de planchas, estañado	150	C
Galvanoplastia, lavado	125	C
Fotograbado		
Grabado	125	C
Montura de planchas	150	C
Colocación, acabado	750	A
Imprentas		
Prensas	150	C
Lectura de pruebas	750	A
<b>Inspección</b>		
Inspección general		
Trabajo basto	125	C
Trabajo intermedio	300	B
Trabajo fino	750	A
Trabajo muy fino	1500	AA
<b>Lavabos</b>		
Lavabos	75	D
<b>Lavanderías</b>		
Lavanderías y talleres de planchado		
Recepción y clasificación	125	C
Limpieza y lavado	75	D
Inspección	1500	AA
Planchado a máquina	100	C
Planchado a mano	200	C
Reparación y zurcidos	1500	AA
<b>Leche</b>		
Industria lechera	125	C
<b>Mataderos</b>		
Mataderos	75	D
Limpieza, corte, elaboración, cocer, moler, empaquetar	125	C
<b>Material bélico</b>		
(Véase también <Proyectiles>, <Armas> y <Explosivos>)		
Material bélico de precisión		
Montaje y ajuste de telémetros, gemelos, periscopios, registradores de tiempo, miras de cañones, aparatos electrónicos, mecanismos de torpedos, etc.	750	A
<b>Metalurgia</b>		
(Véase también <hierro y acero>)		
Trabajos en chapas metálicas		
Máquinas diversas, trabajo de banco corriente, perforadoras, prensas cizallas, estampadoras, soldadura	125	C
Inspección de chapas estañadas, etc.	...	B***
<b>Neumáticos</b>		
(Véase también <Goma>)		
Fabricación de neumáticos y gomas		
Preparación de los componentes	125 a 200	C
Máquinas para fabricar los tubos	125	C
Construcción de los neumáticos	125	C
Bandajes sólidos	300	B
Neumáticos	300	B
Vulcanización	300	B
Inspección final	750	A
Gomas	300	B
Cubiertas	750	A
Embalaje	125	C
Almacenaje	30	E

<b>Oficinas</b>			
Contabilidad, mecanografía, teneduría de libros	300		B
Máquinas de calcular, Máquinas de oficina, teneduría de libros			
Iluminación localizada	750		A
Salas de conferencias			
Reuniones generales	150		C
Actividades de oficina			
Pasillos y escaleras	30		E
Trabajos de escritorio			
Lectura y escritura intermitentes	150		C
Trabajo duro prolongado, cálculos, estudio, dibujo, lectura de planos	300		B
<b>Papel</b>			
Fabricación de papel			
Sacudidoras, aprensadoras	75		D
Acabar, cortar, igualar	125		C
<b>Piedras</b>			
Trituración y clasificación de las piedras			
Tubos de correas transportadoras, Interior de los depósitos	30		E
Salas de las trituradoras primarias y auxiliares, depósitos inferiores	30		E
Cribas	75		D
<b>Pintura</b>			
Mezcla de pintura	75		D
Talleres de pintura			
Inmersión, pintura con pistola, lijar, pintura y acabado a mano de trabajos corrientes	125		D
Trabajos finos de pintura y acabado a mano	300		B
Trabajos extra finos de pintura y acabado a mano (autos, planos, etc.)	750		A
<b>Protección</b>			
Iluminación de protección	2		G
<b>Proyectiles</b>			
(Véase también <Material bélico>, <Armas>, y <Explosivos>)			
Fabricas para cargar proyectiles o cartuchos			
Fabricación de espoletas	300		B
Inspección, limpieza y pintura de las piezas forjadas de proyectiles	150		C
Carga de los cartuchos, bombas, minas, cargas de profundidad			
Manual	300		B
Automático	150		C
Limpieza e inspección	150		C
Montaje de cartuchos, bombas, cargas de profundidad	300		B
Embalaje y almacenaje	75		D
<b>Pulido</b>			
Pulido y bruñido	125		C
<b>Químicos</b>			
Fabricas de productos químicos			
Hornos de mano, tanques de ebullición			
Secadoras estacionarias y cristalizadores	30		E
Hornos mecánicos, generadores y alambiques, secadoras mecánicas, evaporadores, filtros, cristalizadores mecánicas	75		D
Tanques de ebullición, extractoras			
Filtros de percolación, células electrolíticas	125		C
<b>Recepción</b>			
Areas de recepción o despacho	75		D
<b>Relojerías</b>			
Relojerías y joyerías	1500		AA
<b>Salas de dibujo</b>			
Trabajo prolongado-dibujo artístico, dibujo fino	300		B
Archivos y ficheros de referencia	150		C
Salas de recepción	125		C
Vestíbulo	125		C
Trabajos taquigráficos			
Lectura prolongada de notas taquigráficas	300		B
Sótanos	125		C
<b>Sombreros</b>			
Fabricación de sombreros			
Teñir, atesar, acordonar, limpiar			
Color claro	125		C
Color intermedio	300		B
Color oscuro	750		A
Coser			
Color claro	150		C
Color intermedio	750		A
Color oscuro	1500		AA
<b>Tabaco</b>			

Productos de tabaco		
Secar, trabajos generales	75	D
Clasificación	750	A
<b>Tahonas</b>		
Tahonas	125	C
<b>Talleres</b>		
Talleres mecánicos		
Trabajos bastos de banco o máquina	125	C
Trabajos corrientes de banco o máquina, herramientas automáticas corrientes, vaciar, trabajos bastos de pulimentación	150	C
Trabajos finos de banco o máquina, máquinas automáticas de precisión, trabajos finos de pulimentación	750	A
Trabajos extra finos	1500	AA
<b>Tanques</b>		
Carros de combate		
Fabricación de carros de combate		
Línea de montaje	300	B
Montaje de la armadura	150	C
Acabado de inspección	750	A
<b>Tapicería</b>		
Tapicería	125	C
<b>Tejidos</b>		
(Véase también <Telas>)		
Fábrica de hilados y tejidos (algodón)		
Abrir, mezclar, cardar	75	D
Torcer, hilar, encanillar, primera torsión	125	C
Clasificación	750	A
Uridora	150	C
Trabajo de varas de empaño		
Artículos grises	125	C
Artículos oscuros	750	A
Inspección		
Artículos grises (a mano)	300	B
Artículos oscuros (movimiento rápido)	1500	AA
Tejido	300	B
Cardar a mano	750	A
Fabricación de seda y rayón		
Empapar, colorear, y preparación	75	D
Elaboración	150 a 300	C a B
Trabajos en lizos y peines	750	A
Tejido		
En lizos y peines	75	D
En urdidoras (parte posterior)	125	C
En tela ya tejida	150	C
Lana		
Cardar, lavar, peinar, trenzar, teñir	75	D
Urdir	75	D
Material claro	125	C
Material color intermedio	300	B
Material color oscuro	750	A
Tejer		
Materiales claros	125	C
Materiales oscuros	750	A
Máquinas para puntos	125	C
<b>Telas</b>		
Productos de tela		
Corte, inspección, costura		
Material claro	150	C
Material de color intermedio	750	A
Material oscuro	1500	AA
Planchado, tratamiento (tela impermeable, etc.)		
Material claro	125	C
Material de color intermedio	300	B
Material oscuro	750	A
<b>Trabajos</b>		
Trabajos generales de montaje		
Trabajos corrientes	125	C
Trabajos medio finos	300	B
Trabajos finos	750	A
Trabajos muy finos	1500	AA
<b>Vestuarios</b>		
Vestuarios	75	D
<b>Zapatos</b>		
Fabricación de zapatos (cuero)		.
Corte y costura		
Mesas de corte	125	C
Marcar, hacer ojales, Raspar, clasificar, contar		
Materiales claros	125	C

Materiales oscuros	750	A
Coser		
Materiales claros	150	C
Materiales oscuros	1500	AA
Fabricación y acabado		
Materiales claros	125	C
Materiales oscuros	750	A
Almacenaje y despacho	75	D
Fabricación de zapatos (goma)		
Lavado, revestimiento	75	D
Barnizado, vulcanización, laminación, cortes de las suelas y palas	150	C
Laminado de las suelas, forrar, fabricación y proceso de acabado	300	B

\* Ver Tabla 6

\*\* Los valores que se indican, son promedios, corresponden al plano de trabajo (horizontal u oblicuo según corresponda)

\*\*\* En el caso de tareas de inspección de piezas pulidas o brillantes, las fuentes de luz deben ser de superficie grande, bajo brillo y buena difusión

Autor de la tabla "United States Department of Labor, Bureau of Labor Standards: Industrial Lighting : Reprint of American Practice for Industrial Lighting", Washintong, EE UU.

### **Figura Ane1.13.1 Tablas de niveles recomendados de iluminación para interiores industriales**

TRABAJOS	Luxes ** Práctica moderna	Clase de iluminación
<b>Auditorios</b>		
Auditorios	75	D
<b>Bancos</b>		
Vestíbulos de entrada	125	C
Taquillas y oficinas	300	B
<b>Bibliotecas</b>		
Bibliotecas		
Salas de lectura	150	C
Guardalibros	75	D
<b>Casinos</b>		
Salas de casinos y clubs		
Salones generales y de lectura	125	C
Auditorios	75	C
<b>Correos</b>		
Correos		
Vestíbulos	125	C
Clasificación del correo	150	C
Almacenaje	75	D
Archivo y fichero	150	C
Pasillos	30	E
<b>Cuarteles</b>		
Cuarteles y armerías		
Ejercicio	75	D
Exhibiciones	125	C
<b>Dibujo</b>		
Salas de dibujo		
Trabajo prolongado de detalle. Dibujo artístico y dibujo de detalles	300	B
<b>Edificios</b>		
Edificios comerciales para oficinas		
Teneduría de libros, contabilidad y mecanografía	300	B
Maquinas de oficina, máquinas calculadoras, teneduría de libros-iluminación localizada	750	A
Salas de conferencia-reuniones generales	150	C
Pasillos y escaleras	30	E
Trabajos de escritorio		
Lectura y escritura intermitentes	150	C
Trabajo severo prolongado, cálculo, estudio, dibujo, lectura de planos	300	B
Archivos y ficheros de referencia	150	C
Vestíbulo	125	C
Salas de recepción	125	C
Trabajo taquigráfico, lectura prolongada de notas taquigráficas	300	B
Sótanos	75	D
<b>Escuelas</b>		
Auditorios	75	D
Aulas, pupitres y encerados	150	C
Pasillos y escaleras	30	E
Salas de dibujo	300	B
Gimnasios	125	C
Laboratorios		
General	150	C
Trabajo intenso-Iluminación localizada	300	B
Salas de conferencias		
General	125	C
Exhibiciones especiales y demostraciones-Iluminación localizada	300	B
Ejercicios prácticos		
General	150	C
Trabajo de precisión-Iluminación localizada	750	A
Salas de costura-Iluminación localizada	750	A
Aulas para alumnos con vista defectuosa-iluminación localizada	300	B
<b>Estaciones</b>		
Salas de espera	125	C
Taquillas de boletos	125	C
Mostradores y taquillas de boletos-Iluminación localizada	300	B
Salas de descanso	125	C
Equipajes	125	C
Depósito de equipajes	30	E
Vestíbulos	30	E
Plataformas	30	E
Lavabos	75	D
<b>Galerías</b>		
Galería de arte		
General	75	D
Sobre los cuadros-Iluminación localizada	300	B



<b>Garages</b>		
Garages de bombero	30	E
Garages de automóviles		
Garage de coches	75	D
Reparación y lavado-Iluminación localizada	300	B
<b>Hangares</b>		
Hangares de aviones	300	B
<b>Hospitales</b>		
(Véase también <Médicos>)		
Pasillos	30	E
Laboratorios	150	C
Vestíbulo y sala de recepción	125	C
Salas de operación		
General	300	B
Mesas de operación (operaciones graves)	10000	AAAA
Mesas de operación (operaciones corrientes)	2000	AA
Salas privadas o públicas-Iluminación localizada	150	C
<b>Hoteles</b>		
Vestíbulos	125	C
Comedores	30	E
Cocinas	125	C
Cuartos de huéspedes-Iluminación localizada	150	C
Pasillos	30	E
Escritorios	150	C
<b>Iglesias</b>		
Iglesias	30	E
Naves	125	C
Sacristías	125	C
Púlpito-Iluminación localizada	125	C
Vidrieras artísticas		
Colores claros	125	C
Colores intermedarios	750	A
Colores oscuros	1500	AA
<b>Médicos</b>		
(Véase también <Hospitales>)		
Médicos y dentistas		
Salas de espera	125	C
Salas de consulta	150	C
Salas de examen-Iluminación localizada	750	A
Sillas de dentista-Iluminación localizada	1500	A
<b>Museos</b>		
Museos: General	75	D
Exposiciones especiales-Iluminación localizada	300	B
<b>Peluquerías</b>		
Peluquerías	300	B
<b>Servicios</b>		
Servicios generales		
Pasillos	30	E
Ascensores de pasajeros y carga	75	D
Vestíbulos y escaleras	30	E
Almacenes y depósitos	75	D
Lavabos	75	D
<b>Transporte</b>		
Coches, coches restaurante, coches pulman, coches camas	125	C
Caches correo	150	C
Depósitos de equipajes	30	E
Tranvías, trenes, subterráneos	150	C
Autobuses	150	C
<b>Tribunales</b>		
Salas de tribunal	125	C

**Figura Ane 1.13.2. TABLAS DE NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA OFICINAS, SALAS DE DIBUJO, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS**

Autor de la tabla “United States Department of Labor, Bureau of Labor Standards: Industrial Lighting : Reprin of American Practice for Industrial Lighting”, Washintong, EE UU.

La tabla anterior esta destinada a lugares donde se realizan tareas prolongadas de gran compromiso visual, con gran necesidad de distinguir los detalles con exactitud y rapidez; por lo que exigen un buen nivel de nivel de iluminación con luminarias que presenten poco brillo superficial, en muchos casos la iluminación general debe ser suplementada, fundamentalmente en los lugares donde haya documentos que leer.

Se debe evitar los efectos de la luz directa sobre la vista , evitando además el deslumbramiento, los reflejos y las sombras sobre los lugares de trabajo.

Los valores que se indican, son promedios, corresponden al plano de trabajo (horizontal u oblicuo según corresponda)

TRABAJOS	Luxes ** Práctica moderna	Clase de iluminación
<b>Automóviles</b>		
Salas de exposición	300	B
Ventas al exterior de coches de segunda mano		
Primera fila	300	B
Resto del recinto	75	D
<b>Baile</b>		
Salones de baile	30	E
<b>Banderas</b>		
Iluminación de banderas con proyectores	150	C
<b>Bares</b>		
Bares y cabarets	30	E
<b>Chimeneas</b>		
Chimeneas de fábrica con letreros publicitarios	125	C
<b>Comercio</b>		
Interiores comerciales		
Áreas de circulación	125	C
Áreas de venta general	300	B
Vitrinas de exposición y mostradores abiertos	750	A
Exhibiciones especiales	1500	AA
Almacenes y depósitos	75	D
<b>Depósitos</b>		
Depósitos de agua con letreros publicitarios	125	C
<b>Edificios</b>		
Exteriores de edificios y monumentos iluminados con proyectores		
Alrededores alegres		
Superficie clara	75	D
Superficie oscura	125	C
Alrededores oscuros		
Superficie clara	30	E
Superficie oscura	75	D
Tableros para noticias y anuncios		
Superficie clara	300	B
Superficie oscura	750	A
Alrededores oscuros		
Superficie clara	125	C
Superficie oscura	300	B
<b>Escaparates</b>		
Escaparates vidrieras de exposición		
Ciudades pequeñas		
General	300	B
Exposiciones	750	A
Ciudades grandes, secciones comerciales secundarias		
General	750	A
Exposiciones especiales	1500	AA
Ciudades grandes, secciones comerciales principales		
General	1500	AA
Exposiciones especiales	4000	AAA
Disminución del efecto de reflejo de la luz solar	10000	AAAA
<b>Estaciones de servicio</b>		
Patio	75	B
Bombas y venta	150	C
Engrase		
General	125	C
Áreas de trabajo, engrase, reparación y limpieza	300	B
Lavabos	75	D
<b>Peluquerías</b>		
Peluquerías y salones de belleza	300	B
<b>Restaurantes</b>		
Restaurantes, comedores		
Locales de comida	75	D
Exposiciones de comida	309	B
<b>Teatros</b>		
Teatros y cinematógrafos		
Auditorios		
Durante los entreactos	30	E
Durante la proyección	10	G
Salas de espera	75	D
Vestíbulos	125	C

**Figura Ane 1.13.3. TABLA DE NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA EXPOSICION DE MERCADERIAS, EXHIBICIONES Y LOCALES DE RECREO**

Autor de la tabla "United States Department of Labor, Bureau of Labor Standards: Industrial Lighting : Reprin of American Practice for Industrial Lighting", Washintong, EE UU.

TRABAJOS	Luxes ** Práctica moderna	Clase de iluminación
<b>Autódromos</b>		
Asientos	20	F
Pistas	200	C
<b>Badminton</b>		
Fondo de la cancha	100	D
Cerca de la red	200	C
<b>Baseball</b>		
Asientos		
Durante la partida	20	F
Antes y después de la partida	50	E
<Infield>		
Liga menor	500	B
Liga mayor	1000	A
<Outfird>		
Liga menor	200	C
Liga mayor	1000	A
<b>Baseball, Softball</b>	200	C
<b>Basketball</b>		
Partidos de aficionados	150	C
Exhibiciones	200	C
<b>Billares</b>		
General	100	D
Mesas	500	B
<b>Bolos</b>		
General	100	D
Sobre los boliches	500	B
<b>Boxeo</b>		
Asientos		
Durante el combate	20	F
Antes y después del combate	50	E
Ring		
Aficionados	1000	A
Profesionales	2000	AA
Campeonato	5000	AAA
<b>Campos de recreación</b>	50	E
<b>Corridas de toros</b>	500 a 1000	C
<b>Croquet</b>	50	E
<b>Football</b>		
Entrenamiento	100	D
Partido	200	C
<b>Gimnasios</b>		
Vestuario y duchas	100	D
Esgrima, boxeo, lucha, basketball, volleyball, ejercicios generales	200	C
Juegos de exhibición y partidos	200	C
<b>Hockey sobre hielo</b>		
Al exterior	100	D
Bajo techo	200	C
<b>Natación</b>		
(Véase <Piscinas de natación>)		
<b>Patínaje</b>		
Al exterior	50	E
Bajo techo	100	D
<b>Pelota</b>	300 a 500	B
<b>Pingpong</b>	500	B
<b>Piscinas de natación</b>	100	D
<b>Pistas de tobogán</b>	20	F
<b>Playas</b>	10	G
<b>Polo</b>	50	E
<b>Recreación</b>		
(Véase <Campos de recreación>)		

<b>Squash</b>	300	B
<b>Tiro al blanco</b>	500	B
<b>Tenis</b>		
Partidos de aficionados	150	C
Campeonatos	200	C
<b>Tobogán</b>		
(Véase <Pistas de tobogán>)		
<b>Toros</b>		
(Véase <Corridas de toros>)		
<b>Volleyball</b>		
Partidos de aficionados	150	C
Partidos de exhibición	200	C

---

**Figura Ane 1.13.4. TABLAS DE NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA DEPORTES Y RECREO**

Autor de la tabla “United States Department of Labor, Bureau of Labor Standards: Industrial Lighting : Reprin of American Practice for Industrial Lighting”, Washintong, EE UU.

TRABAJOS	Luxes ** Práctica moderna	Clase de iluminación
<b>Almacenaje</b>		
Patios de almacenaje	10	G
<b>Astilleros</b>		
Astilleros	50	E
<b>Canteros</b>		
Canteros	20	F
<b>Carbón</b>		
Solares de almacenaje de carbón		
Iluminación de protección	2	G
<b>Diques</b>		
Diques de carga	50	E
<b>Dragado</b>		
Trabajos de dragado	20	F
<b>Edificios</b>		
Trabajos de construcción	100	D
Trabajos de excavación	50	E
<b>Estaciones</b>		
Estaciones de ferrocarril		
Recepción	1	G
Clasificación	2	G
<b>Garage</b>		
Parques de garages de automóviles	10	G
<b>Maderas</b>		
Solares de almacenaje de maderas	10	G
<b>Maniobras</b>		
Campos de maniobras	50	E
<b>Muelles</b>		
Para carga	50	E
Para pasajeros	50	E
<b>Para presidio</b>		
Patios de presidios	50	E
<b>Protección</b>		
Protección industrial	2	G

**Figura Ane 1.13.5. TABLAS DE NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS Y PARA PARQUES DE GARAJE**

Autor de la tabla "United States Department of Labor, Bureau of Labor Standards: Industrial Lighting : Reprin of American Practice for Industrial Lighting", Washintong, EE UU.

Tipo de local o actividad		Iluminación o iluminancia E <sub>a</sub> en lux	Color de la luz	Nivel de índice de reproducción cromática	Nivel de iluminación del encandilamiento directo	Observaciones
7.	Elaboración y procesamiento de metales	200	bc, bn	3	2	Se permiten lámparas de vapor de sodio
7.1.	Forjar pequeñas partes sin estampa o matriz	300	bc, bn	3	2	
7.2.	Soldar	300	bc, bn	3	2	Desviación permitida ver DIN 7168
7.3.	Trabajos a máquina bastos y medianos como torneado, fresado, cepillar					
	Desviación admisible ≥ 0,1 mm	500	bc, bn	3	1	
7.4.	Trabajos finos a máquina < 0,1 mm	750	bc, bn	3	1	
7.5.	Puestos de calibrado y control de puestos de medición	200	bc, bn	3	3	Se permiten lámparas de vapor de sodio
7.6.	Laminado en frío	300	bc, bn	3	2	
		200	bc, bn	3	2	
7.7.	Trefilería, estirado de tubos, elaboración de perfiles de flejes laminados en frío	300	bc, bn	3	2	
7.8.	Procesamiento de chapas pesadas (≥ 0,5 mm)	200	bc, bn	3	2	
7.9.	Procesamiento de chapas livianas (< 0,5 mm)	300	bc, bn	3	1	
		500	bc, bn	3	1	
7.10.	Elaboración de herramientas manuales e instrumentos cortantes	200	bc, bn	3	2	Se permiten lámparas de vapor de sodio
7.11.	Monta					
7.11.1.	Basto					
7.11.2.	Mediano					
7.11.3.	Fino	50	bc, bn	3	3	
7.12.	Forjar en estampa	100	bc, bn	3	2	
		200	bc, bn	3	3	
		200	bc, bn	3	2	
7.13.	Fundiciones	200	bc, bn	3	2	
7.13.1.	Sótanos en tren de cinta y canales subterráneos transitables	200	bc, bn	3	2	
		200	bc, bn	3	2	
7.13.2.	Escenarios	200	bc, bn	3	2	
7.13.3.	Preparación del área	200	bc, bn	3	2	
7.13.4.	Puesto de rebabado	300	bc, bn	3	2	
7.13.5.	Puesto de trabajo en cubilote y en mezclador	500	bc, bn	3	1	
7.13.6.	Naves de colado	300	bc, bn, bd	3	2	
7.13.7.	Zonas de vaciamiento	300	bc, bn, bd	3	1	
7.13.8.	Moldeo mecánico					
7.13.9.	Moldeo manual					
7.13.10.	Fabricación de núcleos	750	bc, bn, bd	3	1	
7.13.11.	Construcción de modelos					
7.14.	Tratamiento superficial					
7.14.1.	Galvanizado	1000	bc, bn, db	3	1	Es conveniente la iluminación individual
7.14.2.	Masillado					
	Pintura fina }	500	bc, bn, bd	3	2	
	Pintura base	500	bc, bn, bd	3	2	
7.14.3.	Puestos de control	750	bc, bn, bd	3	-	En las líneas de montaje con iluminación fluorescente en los puestos de trabajo se puede renunciar a la limitación de encandilamiento cuando razones operativas lo requieran
7.15.	Construcción de herramientas, calibres y dispositivos, mecánica de precisión, montaje de precisión	750	bc, bn, bd	3	1	
		1000	bc, bn, bd	3	1	
		500	bc, bn, bd	3	2	
7.16.	Industria automotriz	500	bc, bn, bd	3	2	
7.16.1.	Armado de carrocería	750	bc, bn, bd	3	1	
7.16.2.	Tratamiento superficial de carrocería					
7.16.3.	Cabina de pintado					
7.16.4.	Puestos de lustrado					
7.16.5.	Retoque de pintura					
7.16.6.	Tapicería					
7.16.7.	Montaje final					
7.16.8.	Inspección					

Nivel de limitación 1: Elevados requerimientos de iluminación bc: color de la luz blanco

Nivel de limitación 2: Medianos requerimientos de iluminación bn: color de la luz blanco neutral



**Figura Ane 1.13.6.: Tabla 6 iluminancia o iluminación de elaboración y procedimientos de metales según Norma Din 5035, parte 2**

## **BIBLIOGRAFIA**

### **ANEXO I – Capítulo 13**

Bayerisches Staatsministerium Für Arbeit und Sozialordnug  
Farbe am Arbeitsplatz  
Studic von Dr. Heinrich Frieling. (1989)

Knaut, Peter – Ruteneranz. Traschenbuch der Arbeitgestaltung. Verlag J P Bachem  
Köln  
1977.

MAPFRE, Fundación. Manual de Higiene Industrial. España 1996

Poza, Ma de la . Seguridad e Higiene Profesional.  
Editorial Paraninfo S.A. Madrid 1990

REFA: "Módulo 1" Tema 4, (Ergonomja)  
Fundación REFA de Argentina, Buenos Aires 1985-90

### **INDICE ANEXO I AL CAPITULO 13**

- 1. TABLA DE NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA INTERIORES INDUSTRIALES**
  - 2. TABLA DE NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA OFICINAS, SALAS DE DIBUJO, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS**
  - 3. TABLAS DE NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA EXPOSICION DE MERCADERIAS, EXHIBICIONES Y LOCALES DE RECREO**
  - 4. TABLA DE NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA DEPORTE Y RECREO**
  - 5. TABLA DE NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION PARA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS Y PARA PARQUES DE GARAJE**
  - 6. TABLA DE ILUMINACION O ILUMINANCIA DE ELABORACION Y PROCESAMIENTO DE METALES SEGÚN NORMA DIN 5035, parte 2**
- BIBLIOGRAFÍA**

## ANEXO 2 AL CAPITULO 13

---

### Trabajo con baja iluminación y deslumbramiento

En el capítulo 13 se planteo todo lo referente a la luz, la iluminación y la visión humana, todo lo legislado en Argentina referido al tema es sobre la base de trabajo o actividad en espacios cerrados, pero la realidad es que existe un sin número de actividades que se efectúan a cielo abierto y muchas de ellas de noche y se pretende usar los mismos niveles de iluminación y esto es y grave error, en las habitaciones cerradas existe la refracción de todas las superficies circundantes, el techo, las paredes y el piso, lo que hace que se incremente la luminosidad pero en espacios abiertos de noche no hay techo sino cielo estrellado, no hay paredes, sino el infinito, ¿qué sucede aquí con la vista humana?

Tenemos que según lo establecido en 13. 3.1.3. Estructura y Función de la Retina dice que es una membrana, destinada a recibir la luz que penetra al ojo, es la única parte fotosensible del ojo. Siendo las células foto sensitivas que hay en ellas los conos y bastones los que se encuentran desigualmente repartidos. En la mancha amarilla de la retina existen unos 150.000 conos, en cambio los bastones son escaso alrededor de la fovea, para ir aumentando progresivamente con la distancia a la misma, hasta que los conos desaparecen por completo.

Esto hay que tenerlo en cuenta ya que los bastones son los que permiten la visión nocturna, por lo tanto, tenemos aquí la causa por que de noche tenemos la sensación (con baja iluminación) que poseemos un mayor campo visual. Además, tenemos que junto a lo anterior desaparecen los colores propios de la visión de los conos y se comienza a percibir en todo en negro, blanco y el gris.

Esto es apreciado en trabajo en el exterior, en observaciones a las personas cosechando, (tabaco, yerba mate, naranjas), mientras hay mucha luz giran la cabeza constantemente para poder ver la fruta u hoja que van a tomar, en cambio al oscurecer (ya que en la cosecha se trabaja hasta el crepúsculo), las personas hacen su trabajo girando menos la cabeza y en encuestas muchos mencionan que ven mejor (siendo una forma de comprobar que no hay deslumbramientos y el campo visual se amplia)

Nota:

En la adaptación es el proceso realizado por el ojo con el fin de poder trabajar con la mayor efectividad en distintas intensidades luminosas. Este tema fue tratado en el punto 13.3.3. donde se plantea el hecho tiene lugar a través de dos mecanismos distintos, la variación del tamaño de la pupila y el otro sobre la base de la adaptación de la sensibilidad de la retina (en el pasaje de la visión nocturna a la diurna y de la segunda a la primera). Se acota que la mayor intensidad de luz que se puede ver sin dolor es aproximadamente un millón de billones de veces más intensa que la luz más débil visible por el ser humano, teniendo una amplitud que se encuentra entre 1 y  $10^{16}$ .

En la figura 13.42. se da la tabla de luminancia, que representa los distintos niveles de luminosidad en escala lineales y logarítmicas.

El tiempo de adaptación a distintos niveles de iluminación partiendo de uno en particular depende de diversos factores, como ser el nivel de iluminación inicial, la magnitud de la diferencia entre el nivel de iluminación inicial y el final, etc., pero el paso de niveles bajos de iluminación a niveles altos se realiza en mucho menos tiempo que el paso de niveles altos a niveles más bajos, para adaptación la visión al pasar a un área casi sin iluminación desde una muy iluminada suele durar hasta 30 minutos, dependiendo de la iluminación inicial, la iluminación final y el estado de la visión de la persona, en cambio el paso contrario suele durar el orden del minuto.



Figura Ane 13.2.1 (trabajo con autoelevadores en zonas donde el deslumbramiento es un riesgo)

Las figuras 13.43. y 13.44., presentan gráficos con los tiempos de adaptación en función de la fotosensibilidad relativa en primer lugar y en el segundo, datos experimentales, relativos a los distintos colores. Se ve que a la luz roja, (tiene longitud de onda larga, alrededor de 690 nm), la curva de adaptación a la oscuridad no presenta distorsión (visión fotópica/escotópica).

Nota: Recordar que la visión fotoscópica o diurna, en ella actúan los bastones y conos, permite la visión de las diferencias de luz y los colores en todos sus matices, en esta la máxima sensibilidad se produce en los 550 nm. (amarillo limón), la visión escotópica o nocturna, en ella actúan solo los bastones, permite la percepción de distintas luminosidades, pero no de colores, como se mencionó anteriormente la máxima sensibilidad se desplaza hacia el azul, alrededor de una longitud de onda de 500 nm., siendo la visión mesotópica o intermedia, es una visión entre la fotoscópica y escotópica.

Este fenómeno se aprecia en los trabajos con emulsiones fotográficas donde en la fabricación de películas comerciales o medicinales se debe trabajar con luz roja o verde (según corresponda), en estas tareas los operarios se deben enfrentar a la adaptación temporal de la retina y toman conciencia de los tiempos de adaptación a la visión escotópica.

En conclusión de lo expuesto se tiene que el trabajo a baja iluminación no daña lo que hace es disminuir la capacidad visual y con ello se pierde rendimiento productivo y calidad de trabajo

El deslumbramiento también hace perder la capacidad visual y con ello se pierde productividad calidad y se incrementa el riesgo de accidente siendo esto apreciable en las tareas de los autoelevadores que entran y salen de depósitos



Figura Ane 13.2.2 Trabajo con autoelevadores con deslumbramiento en un depósito



Figura Ane 13.2.3. Trabajo manual con deslumbramiento

## **INDICE ANEXO 2 AL CAPITULO 13**

### **1. TRABAJO CON BAJA ILUMINACIÓN Y DESLUMBRAMIENTO**

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFIA**

#### **ANEXO 2I – Capítulo 13**

Knaut, Peter – Ruteneranz. Traschenbuch der Arbeitgestaltung. Verlag J P Bachem  
Köln

1977.

Poza, Ma de la . Seguridad e Higiene Profesional.  
Editorial Paraninfo S.A. Madrid 1990

REFA: "Módulo 1" Tema 4, (Ergonomía)  
Fundación REFA de Argentina, Buenos Aires 1985-90

Como en el caso de la Resolución MTEySS N° 295/03 la Superintendencia de Riesgos del Trabajo dependiente del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social estableció nuevas obligaciones básicas para el estudio de los riesgos ergonómicos en el trabajo en forma preventiva obligando al Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo, conjuntamente con el Servicio Médico a estudiar los puestos de trabajo, tarea por tarea con el fin puedan detectar y posteriormente corregir las actividades que puedan desarrollar en el trabajador enfermedades en su Sistema Osteomuscular y del tejido conjuntivo las que representan más del 90 % del total de las enfermedades profesionales registradas en el país.

En la Resolución se busca es la reducción de la siniestralidad a través de la prevención de los riesgos laborales, y en forma indirecta establece que el empleador deberá adoptar y poner en práctica las medidas adecuadas de higiene y seguridad para proteger la vida y la integridad de los trabajadores, de hecho, dentro de las tres firmas que se deben incluir en cada página de los protocolos se encuentra la del empleador

En si es una herramienta adecuada que reconoce los trastornos músculo esqueléticos (TME) relacionados con el trabajo y genera un programa de ergonomía integrado para la salud y la seguridad.

Los protocolos no solicitan un experto en ergonomía ni hace falta, solo se deben completar y respaldar con documentación específica aquellos ítems donde cita a la Resolución MTEySS N° 295/2003, como ser en el caso de vibraciones

Lo importante es que tiene dos vencimientos, el primero el de completar la matriz de riesgos y sus planillas específicas (un año a partir de la publicación en el boletín oficial) y el segundo el de las medidas de acción para solucionar los problemas, con sus fechas de cumplimiento y el control de gestión

Existen puntos que suelen ser dudosos como el de confort térmico según Fange no usados por lo general y que son discutibles debido a que en invierno la carga térmica y confort son diferentes que, en verano, además estos varían en el transcurso del día, por lo que obliga o tomar recaudos en las respuestas

Lo importante es ir confeccionando los borradores establecer la forma en que se va a declarar la presencia de manifestaciones tempranas y la documentación en la que se basará, de forma tal que cuando llegue el vencimiento pueda cumplirse con las disposiciones legales vigentes

Esta tarea de estudio tiene que ser realizada por un profesional con conocimientos en ergonomía y no obligatoriamente por un ergónomo

Se tiene que la EL SUPERINTENDENTE DE RIESGOS DEL TRABAJO establece:

ARTICULO 1° — Apruébese el “Protocolo de Ergonomía” que, como Anexo I, forma parte integrante de la presente, como herramienta básica para la prevención de trastornos músculo esqueléticos, hernias inguinales directas, mixtas y crurales, hernia discal lumbo-sacra con o sin compromiso radicular que afecte a un solo segmento columnario y várices primitivas bilaterales. El Anexo I está conformado por la Planilla N° 1: “Identificación de Factores de Riesgo”; la Planilla N° 2 “Evaluación Inicial de Factores de Riesgo” integrada por las planillas 2.A, 2.B, 2.C, 2.D, 2.E, 2.F, 2.G, 2.H y 2.I; la Planilla N° 3: “Identificación de Medidas Preventivas Generales y Específicas” necesarias para prevenirlos, y la Planilla N° 4: “Seguimiento de Medidas Correctivas y Preventivas”.

ARTICULO 2° — Apruébese el “Diagrama de Flujo” que, como Anexo II forma parte integrante de la presente, el cual indica la secuencia de gestión necesaria para dar cumplimiento al Protocolo de Ergonomía.



PASO 1: Identificar si en puesto de trabajo:

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Se realizan diariamente tareas cíclicas, con una frecuencia $\geq 1$ movimiento por jornada (si son esporádicas, consignar NO).		
2	El trabajador se desplaza empujando y/o arrastrando manualmente un objeto recorriendo una distancia mayor a los 60 metros		
3	En el puesto de trabajo se empujan o arrastran cíclicamente objetos (bolsones, cajas, muebles, máquinas, etc.) cuyo esfuerzo medido con dinamómetro supera los 34 kgf.		

Si todas las respuestas son **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si alguna de las respuestas 1 a 3 es **SI**, continuar con el paso 2.

Si la respuesta 3 es **SI** debe considerarse que el riesgo de la tarea es No tolerable, debiendo solicitarse mejoras en tiempo prudencial.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo.

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Para empujar el objeto rodante se requiere un esfuerzo inicial medido con dinamómetro $\geq 12$ Kgf para hombres o 10 Kgf para mujeres.		
2	Para arrastrar el objeto rodante se requiere un esfuerzo inicial medido con dinamómetro $\geq 10$ Kgf para hombres o mujeres		
3	El objeto rodante es empujado y/o arrastrado con dificultad (la superficie de deslizamiento es despareja, hay rampas que subir o bajar, hay roturas u obstáculos en el recorrido, ruedas en mal estado, mal diseño del asa, etc.)		
4	El objeto rodante no puede ser empujado y/o arrastrado con ambas manos, y en caso de que lo permita, el apoyo de las manos se encuentra a una altura incómoda (por encima del pecho o por debajo de la cintura)		
5	En el movimiento de empujar y/o arrastrar, el esfuerzo inicial requerido se mantiene significativamente una vez puesto en movimiento el objeto (se produce atascamiento de las ruedas, tirones o falta de deslizamiento uniforme)		
6	El trabajador empuja o arrastra el objeto rodante asíéndolo con una sola mano.		
7	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable.

Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

#### Resolución SRT 886/15

ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS

Área y Sector en estudio:

Puesto de trabajo:

Tarea N°:

#### 2.C: TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
----	-------------	----	----



1	Transportar manualmente cargas de peso superior a 2 Kg y hasta 25 Kg		
2	El trabajador se desplaza sosteniendo manualmente la carga recorriendo una distancia mayor a 1 metro		
3	Realizarla diariamente en forma cíclica (si es esporádica, consignar NO)		
4	Se transporta manualmente cargas a una distancia superior a 20 metros		
5	Se transporta manualmente cargas de peso superior a 25 Kg		

Si todas las respuestas son **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si alguna de las respuestas 1 a 5 es **SI**, continuar con el paso 2.

Si la respuesta 5 es **SI** debe considerarse que el riesgo de la tarea es No tolerable, debiendo solicitarse mejoras en tiempo prudencial.

**PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo**

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	En condiciones habituales de levantamiento el trabajador transporta la carga entre 1 y 10 metros con una masa acumulada (el producto de la masa por la frecuencia) mayor que 10.000 Kg durante la jornada habitual		
2	En condiciones habituales de levantamiento el trabajador transporta la carga entre 10 y 20 metros con una masa acumulada (el producto de la masa por la frecuencia) mayor que 6.000 Kg durante la jornada habitual		
3	Las cargas poseen formas irregulares, son difíciles de asir, se deforman o hay movimiento en su interior.		
4	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable.

Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

## Resolución SRT 886/15

### ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS

Área y Sector en estudio:

Puesto de trabajo:

Tarea N°:

#### 2.D: BIPEDESTACIÓN

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
----	-------------	----	----

1	El puesto de trabajo se desarrolla en posición de pie, sin posibilidad de sentarse, durante 2 horas seguidas o más.		
---	---	--	--

Si la respuesta es **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si la respuesta es **SI**, continuar con paso 2

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	En el puesto se realizan tareas donde se permanece de pie durante 3 horas seguidas o más, sin posibilidades de sentarse con escasa deambulación (caminando no más de 100 metros/hora).		
2	En el puesto se realizan tareas donde se permanece de pie durante 2 horas seguidas o más, sin posibilidades de sentarse ni desplazarse o con escasa deambulación, levantando y/o transportando cargas > 2 Kg.		
3	Trabajos efectuados con bipedestación prolongada en ambientes donde la temperatura y la humedad del aire sobrepasan los límites legalmente admisibles y que demandan actividad física.		
4	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable.

Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

## Resolución SRT 886/15

<b>ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS</b>	
Área y Sector en estudio:	
Puesto de trabajo:	Tarea N°:

### 2.E: MOVIMIENTOS REPETITIVOS DE MIEMBROS SUPERIORES

PASO 1: Identificar si el puesto de trabajo implica:

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Realizar diariamente, una o más tareas donde se utilizan las extremidades superiores, durante 4 o más horas en la jornada habitual de trabajo en forma cíclica (en forma continuada o alternada).		

Si la respuesta es **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si la respuesta es **SI**, continuar con el paso 2.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo.

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Las extremidades superiores están activas por más del 40% del tiempo total del ciclo de trabajo.		
2	En el ciclo de trabajo se realiza un esfuerzo superior a moderado a 3 según la Escala de Borg, durante más de 6 segundos y más de una vez por minuto.		
3	Se realiza un esfuerzo superior a 7 según la escala de Borg.		
4	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1º de la presente Resolución.		

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable.

Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

Si la respuesta 3 es SI, se deben implementar mejoras en forma inmediata.

Nivel Indicador	Valor	Denominación	% Contracción máxima voluntaria
	0	Nada en absoluto	0 % MCV
	0,5	Muy, muy débil (casi ausente)	5%
	1	Muy débil	10%
	2	Débil	20%
	3	Moderado	30%
	4	Moderado +	40%
	5	Fuerte	50%
	6	Fuerte +	60%
	7	Muy fuerte	70%
	8	Muy, muy fuerte	80%
	9	Extremadamente fuerte	90%
	10	Máximo	100% Máximo MCV

## Resolución SRT 886/15

### ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS

Área y Sector en estudio:

Puesto de trabajo:

Tarea N°:

#### 2.F: POSTURAS FORZADAS

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Adoptar posturas <b>forzadas</b> en forma habitual durante la jornada de trabajo, con o sin aplicación de fuerza. (No se deben considerar si las posturas son ocasionales)		

Si todas las respuestas son **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si la respuesta es SI, continuar con el paso 2.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Cuello en extensión, flexión, lateralización y/o rotación		
2	Brazos por encima de los hombros o con movimientos de supinación, pronación o rotación.		
3	Muñecas y manos en flexión, extensión, desviación cubital o radial.		
4	Cintura en flexión, extensión, lateralización y/o rotación.		
5	Miembros inferiores: trabajo en posición de rodillas o en cuclillas.		
6	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1º de la presente Resolución.		

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable.

Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

### Resolución SRT 886/15

<b>ANEXO I: Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS</b>	
Área y Sector en estudio:	
Puesto de trabajo:	Tarea N°:

#### 2.-G VIBRACIONES MANO - BRAZO (entre 5 y 1500Hz)

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica de forma habitual:

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Trabajar con herramientas que producen vibraciones (martillo neumático, perforadora, destornilladores, pulidoras, esmeriladoras, otros)		
2	Sujetar piezas con las manos mientras estas son mecanizadas		
3	Sujetar palancas, volantes, etc. que transmiten vibraciones		

Si todas las respuestas son **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si alguna de las respuestas es **SI**, continuar con el paso 2.

Paso 2: Determinación del Nivel de Riesgo

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	El valor de las vibraciones supera los límites establecidos en la Tabla I, de la parte correspondiente a Vibración (segmental) mano-brazo, del Anexo V, Resolución MTEySS N° 295/03.		
2	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1º de la presente Resolución.		

Si todas las respuestas son **NO** se presume que el riesgo es tolerable .

Si alguna de las respuestas es **SI**, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar un evaluación de riesgos.

## 2.-G VIBRACIONES CUERPO ENTERO (Entre 1 y 80 Hz)

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica de forma habitual:

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Conducir vehículos industriales, camiones, máquinas agrícolas, transporte público y otros.		
2	Trabajar próximo a maquinarias generadoras de impacto.		

Si todas las respuestas son **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si alguna de las respuestas es **SI**, continuar con el paso 2.

Paso 2: Determinación del Nivel de Riesgo

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	El valor de las vibraciones supera los límites establecidos en la parte correspondiente a Vibración Cuerpo Entero, del Anexo V, Resolución MTEySS N° 295/03.		
2	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		

Si todas las respuestas son **NO** se presume que el riesgo es tolerable .

Si alguna de las respuestas es **SI**, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar un evaluación de riesgos.

**ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS**

Area y Sector en estudio			
Puesto de trabajo		Tarea N°	

**2.-H CONFORT TÉRMICO**

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	En el puesto de trabajo se perciben temperaturas no confortables para la realización de las tareas.		

Si la respuesta es **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si la respuesta es **SÍ** continuar con paso 2

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo.

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	EL resultado del uso de la Curva de Confort de Fanger, se encuentra por fuera de la zona de confort.		

Si la respuesta es **NO** se presume que el riesgo es tolerable .

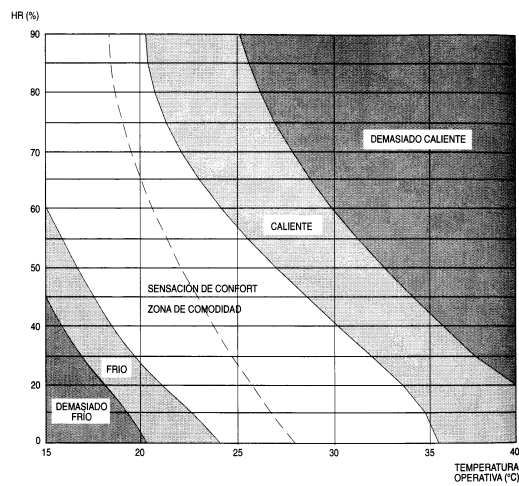


Fig. 4.6 Curvas de confort (P.O. Fanger)

Fuente: Fanger, P.O. Thermal confort. Mc.Graw Hill. New York. 1972.

**ANEXO I: Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS**

Área y Sector en estudio:

Puesto de trabajo: Tarea N°:**2.-I ESTRÉS DE CONTACTO**

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica de forma habitual:

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Mantener apoyada alguna parte del cuerpo ejerciendo una presión, contra una herramienta, plano de trabajo, máquina herramienta o partes y materiales.		

Si la respuesta es **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.Si la respuesta es **SI**, continuar con el paso 2.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo.

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	El trabajador mantiene apoyada la muñeca, antebrazo, axila o muslo u otro segmento corporal sobre una superficie aguda o con canto.		
2	El trabajador utiliza herramientas de mano o manipula piezas que presionan sobre sus dedos y/o palma de la mano hábil.		
3	El trabajador realiza movimientos de percusión sobre partes o herramientas		
4	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable.

Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.





**Anexo I - Planilla 4: MATRIZ DE SEGUIMIENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS**

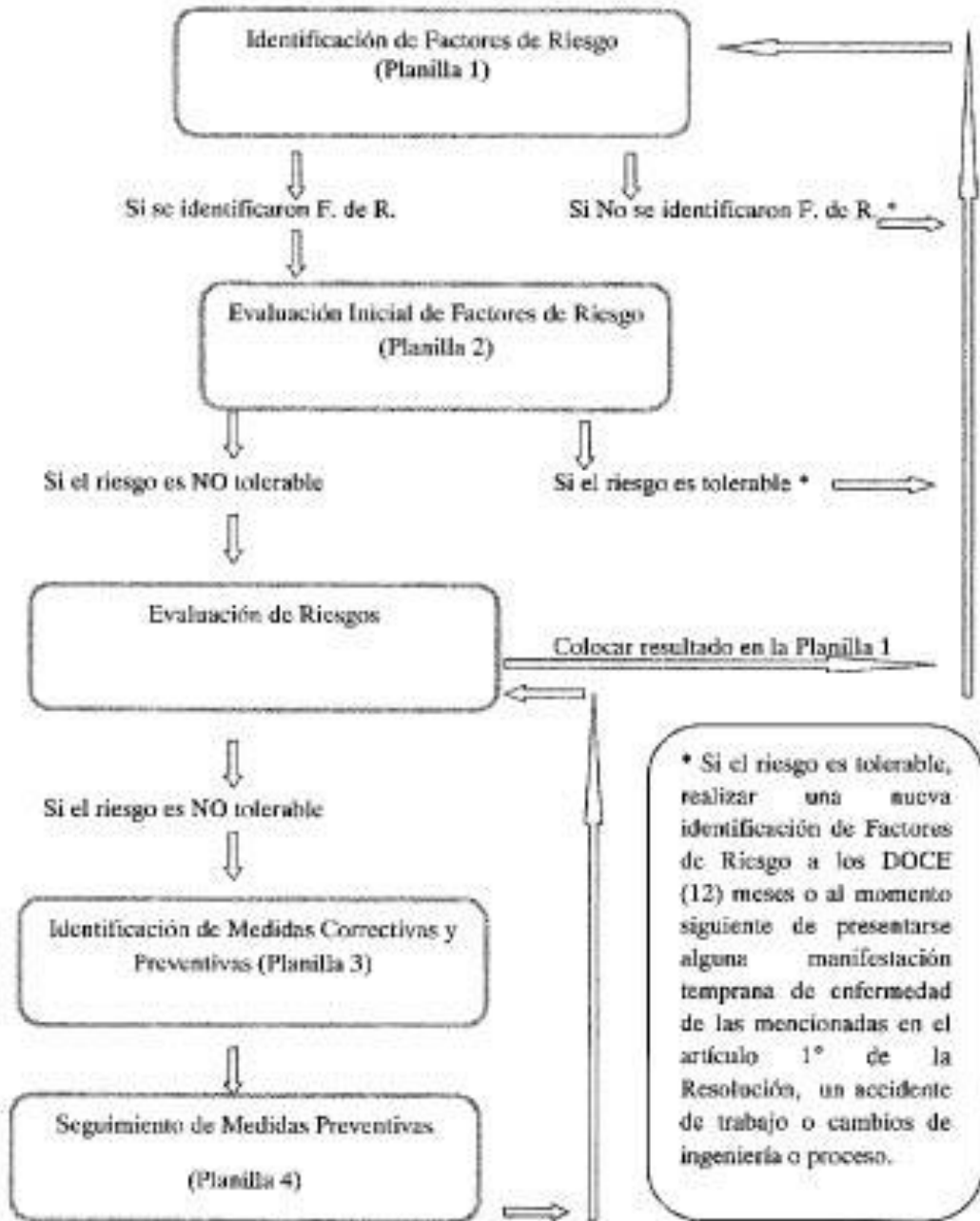
<b>Razón Social</b>		<b>C.U.I.T.:</b>		<b>CIU</b>	
<b>Dirección del establecimiento</b>		<b>Provincia</b>			

<b>Área y Sector en estudio:</b>		<b>N° de trabajadores:</b>	<i>Ver listado</i>		
<b>Puesto de trabajo:</b>					

N° M.C.P	Nombre del Puesto	Fecha de Evaluación	Nivel de riesgo	Fecha de implementación de la Medida Administrativa	Fecha de implementación de la Medida de Ingeniería	Fecha de Cierre
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

ANEXO II

DIAGRAMA DE FLUJO



ANEXO III

INSTRUCTIVO

1. PLANILLA N° 1: IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO

A los fines de identificar la presencia de factores de riesgo que contribuyan al desarrollo de las enfermedades señaladas en el artículo 1° de la presente resolución, se debe completar la Planilla N° 1 sobre Identificación de Factores de Riesgo, según el siguiente detalle:

a) Por puesto de trabajo, cuando los trabajadores realizan las mismas tareas durante la jornada de trabajo, siempre que se realicen en condiciones de trabajo similares.

b) Por trabajador, en los siguientes casos:

1) Cuando el trabajador realice tareas de características y condiciones diferentes a las del resto de los trabajadores del establecimiento.

2) Cuando el trabajador denuncie alguna de las enfermedades señaladas en el artículo 1° de la presente resolución.

3) Cuando el trabajador presente una manifestación temprana de enfermedad durante el desarrollo de sus tareas habituales, de acuerdo a lo comunicado a los Servicios de Medicina del Trabajo y de Higiene y Seguridad en el Trabajo del establecimiento, o de lo manifestado al supervisor, al delegado gremial o que exista algún otro antecedente donde ello se evidencie (el trabajador a al servicio médico por problemas músculo esqueléticos asociados a su actividad como ser homalgias, tendinitis, etc.

Para la confección de esta planilla se consideró hipotéticamente que el puesto de trabajo está compuesto por tres tareas principales. En el caso que el puesto de trabajo esté compuesto por más de tres tareas, se apegarán las planillas que sean necesarias.

## 2. PLANILLA N° 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGO

A los fines de evaluar en forma inicial los factores de riesgo, se deberán completar las Planillas que correspondan de acuerdo a los factores de riesgo identificados en la Planilla N° 1, según el siguiente detalle:

Planilla 2.A: Levantamiento y/o descenso manual de cargas sin transporte.

Planilla 2.B: Empuje y arrastre manual de cargas.

Planilla 2.C: Transporte manual de cargas.

Planilla 2.D: Bipedestación.

Planilla 2.E: Movimientos repetitivos de miembros superiores.

Planilla 2.F: Posturas forzadas.

Planilla 2.G: Vibraciones del conjunto mano-brazo y de cuerpo entero.

Planilla 2.H: Confort térmico y 2.I: Estrés de contacto.

Cuando se obtenga como resultado de la Evaluación Inicial de la tarea, que el nivel de riesgo es tolerable, se debe completar el resultado en la Planilla N° 1, asignando el Nivel 1 en la columna "Nivel de Riesgo".

### 2.1. EVALUACION DE RIESGOS

Cuando de la Evaluación Inicial de Factores de Riesgo de la Planilla N° 2 se obtenga que el nivel de riesgo es No Tolerable, deberá realizarse una Evaluación de Riesgos del puesto de trabajo, por un profesional con conocimientos en ergonomía.

Entiéndase por profesional con conocimiento en ergonomía, a un profesional experimentado y debidamente capacitado que certifique su conocimiento en materia ergonómica.

El resultado de la Evaluación de Riesgos deberá plasmarse en la Planilla N° 1, colocando el valor 2 ó 3 en la columna "Nivel de Riesgo", según el resultado obtenido. A partir de ello, se identifican las prioridades de implementación de medidas preventivas y/o correctivas para proteger la salud del trabajador.

A efectos de evaluar los factores de riesgo se deben utilizar los métodos de evaluación citados en el Anexo I —Ergonomía— de la Resolución M.T.E. y S.S. N° 295 de fecha 10 de noviembre de 2003 de acuerdo al alcance de los mismos:

a) Nivel de Actividad Manual, para movimientos repetitivos del segmento mano-muñeca-antebrazo realizados durante más de la mitad del tiempo de la jornada.

b) Tablas del método Levantamiento Manual de Cargas, para tareas donde se realiza levantamiento y descenso manual de cargas sin traslado. Además, se utilizarán otros métodos reconocidos internacionalmente en cuanto se adapten a los riesgos que se propone evaluar. El profesional con conocimiento en ergonomía debe registrar el método o técnica utilizada, junto con el desarrollo del mismo y el resultado alcanzado, de acuerdo a lo mencionado precedentemente.

La evaluación de riesgos de un puesto de trabajo debe ser realizada cuando se obtenga como resultado un nivel no tolerable en la Planilla N° 2, y también podrá hacerse en forma preventiva/proactiva cuando el empleador, el responsable del Servicio de Higiene y Seguridad,

el de Medicina del Trabajo, el profesional con conocimiento en ergonomía o el delegado gremial lo solicitaren.

## 2.2. NIVELES DE RIESGO





Nivel de riesgo 1: El nivel es tolerable, por lo que no se considera necesaria la implementación de medidas correctivas y/o preventivas para proteger la salud del trabajador.

Nivel de riesgo 2: El nivel es moderado, por lo cual se deberán implementar medidas correctivas y/o preventivas para proteger la salud del trabajador.

Nivel de riesgo 3: El nivel es no tolerable, por lo que se deberán implementar medidas correctivas y/o preventivas en forma inmediata, con el objeto de disminuir el nivel de riesgo.

Nota muchos ergónomos toman como:

### Nota:

<b>Nivel 1</b>	<b>La tarea no reviste riesgos</b>		=
<b>Nivel 2</b>	<b>La tarea tiene un riesgo moderado</b>		=
<b>Nivel 3</b>	<b>La tarea reviste riesgo debe ser intervenida</b>		=
	<b>El método no aplica</b>		

## 3. PLANILLA N° 3: IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS

La Planilla N° 3 deberá ser completada en forma posterior a la Evaluación de Riesgo y consta de dos partes:

a) Medidas Preventivas Generales: Deberán ser realizadas para todos los trabajadores. El empleador debe mantener registro documental que acredite el cumplimiento de dichas medidas.

b) Medidas Correctivas y Preventivas Específicas: Comprenderá un listado de medidas a implementar para prevenir, eliminar o mitigar el riesgo, las cuales deberán ser definidas en forma conjunta entre el responsable del Servicio de Higiene y Seguridad, el responsable del Servicio de Medicina del Trabajo y el profesional con conocimiento en ergonomía, con la participación del trabajador que se desempeña en el puesto de trabajo y los representantes de los trabajadores, con acuerdo del encargado del establecimiento.

## 4. PLANILLA N° 4: MATRIZ DE SEGUIMIENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS

En la Planilla N° 4 se deberán enumerar las medidas preventivas definidas en la Planilla N° 3 y registrar el nombre del puesto de trabajo al cual pertenece, el nivel de riesgo identificado en la Planilla N° 1, la fecha en que se identificó el riesgo, la fecha en que se implementó la medida administrativa, la fecha en que se implementó la medida de ingeniería y la fecha en que se verificó que dichas medidas alcanzaron el objetivo buscado (Fecha de cierre).

## 5. PLAZOS DE CUMPLIMIENTO

A los fines del cumplimiento de la presente resolución, se establecen los siguientes plazos:

a) Para la confección de las Planillas N° 1 y N° 2 se establece un plazo de DOCE (12) meses a partir de la fecha de entrada en vigencia de la norma.

Los resultados de la identificación de riesgos plasmados en la Planilla N° 1, tendrán vigencia de UN (1) año desde su confección, siempre y cuando durante dicho período:

1) No se hayan realizado cambios sustanciales en el proceso, las máquinas, las herramientas, la organización del trabajo, el nivel de exigencia.

2) No se haya efectuado alguna modificación a las condiciones y medio ambiente de trabajo.

3) No se haya presentado alguna enfermedad profesional ni manifestación temprana de enfermedad vinculada con las mencionadas en el artículo 1° de la presente resolución, ni se haya producido un accidente de trabajo durante el desarrollo de las tareas habituales.

En tales casos, se deberá realizar una nueva identificación de riesgos, dando ello inicio al proceso indicado en el Diagrama de Flujo —Anexo II—.

b) Para la Evaluación de Riesgo y la confección de las Planillas N° 3 y N° 4 se establece un plazo de VEINTICUATRO (24) meses a partir de la entrada en vigencia de la presente resolución.

c) Se debe realizar una reevaluación posterior a la implementación de las medidas administrativas y de ingeniería, con el objeto de asegurar que se haya alcanzado un nivel de riesgo tolerable, dentro de los TREINTA (30) días posteriores a la fecha de implementación.

#### 6. FIRMAS

Las Planillas Nros. 1, 2, 3 y 4 deberán incluir la firma, aclaración y registro del responsable del Servicio de Higiene y Seguridad, del Servicio de Medicina del Trabajo, y la firma y aclaración del empleador responsable del establecimiento o quien legalmente lo represente.