

ERGONOMÍA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

1. INTRODUCCIÓN

Durante años se ha venido entendiendo la prevención de riesgos laborales en la empresa como una serie de acciones aisladas e independientes cuyo único objeto consistía en mantener una organización legal con el fin de cumplir con las obligaciones empresariales en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

Posteriormente, en épocas más recientes y en especial en la gran empresa, comienzan a plantearse nuevas formas de organización de la prevención más acordes con sus necesidades, que indudablemente incluye en su seno la estructura formal, comenzando a proliferar los denominados Departamentos de Seguridad o Servicios de Prevención.

En la actualidad, como consecuencia de la entrada en vigor de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, las políticas de prevención se han desplazado del macronivel del Estado al micronivel de la Empresa, donde empresarios y trabajadores adquieren todo el protagonismo a la vez que los antiguos conceptos de seguridad e higiene en el trabajo han sido desplazados por otros conceptos más amplios como mejora de calidad de vida, medio ambiente o condiciones de trabajo.

Del antiguo enfoque de la prevención basado en la protección de los trabajadores frente a los daños de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales se ha pasado a considerar todo tipo de riesgos existentes en el lugar de trabajo consecuencia en gran medida de la automatización y de la aplicación de las NT y NFOT.

Todo ello conlleva a la necesidad de un tratamiento global y multidisciplinar para poder afrontar la diversidad de problemas planteados en el que la ergonomía y la psicología aplicada adquiere un evidente protagonismo ante la necesidad de conseguir la mejor adaptación de las condiciones de trabajo al hombre.

Por otra parte, el modelo organizativo que ahora se plantea, tomando como base los principios básicos de actuación de la acción preventiva incluidos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, conduce hacia unos procesos de sistemas de gestión integrada en todos los niveles jerárquicos de la empresa de forma que:

- a) La seguridad sea considerada de forma inseparable de los procedimientos y métodos de fabricación.
- b) Las funciones correspondientes a la seguridad se transfieran de forma directa a la línea jerárquica de la empresa que es en definitiva la responsable de la organización y desarrollo del trabajo en la misma.
- c) Que el análisis de las condiciones de trabajo resulta fundamental para el reconocimiento de los factores de riesgo ergonómicos y psicosociales, su evaluación y posterior profundización en el tratamiento de los mismos.
- d) Que si no se analizan las condiciones de trabajo no se cumple la primera obligación de la Ley 31/1995, “ **identificación y evaluación de todos los factores de riesgo en los puestos de trabajo**”.
- e) El no analizar las condiciones de trabajo o analizar los riesgos físicos nos puede llevar a olvidar los riesgos ergonómicos y psicosociales e incumplir la normativa.

Lo que viene a suponer que:

- Los procedimientos de trabajo deben comprender las medidas necesarias de seguridad y prevención para evitar accidentes u otros daños para la salud.
- De igual forma que están definidas las funciones de Gestión , Dirección y mando de la empresa, simultáneamente deben quedar definidas las funciones de seguridad, y prevención de riesgos, atribuidas a cada uno -

de ellos, incluyendo facultades y responsabilidades.

- * La Dirección debe asumir de forma simultánea la seguridad de riesgos laborales en la planificación y establecimiento de objetivos, organización de las estructuras, ejecución y toma de decisiones y el control y evaluación de los resultados.

De esta forma, al igual que la empresa fija unos objetivos de productividad, calidad, y medio ambiente se incluye un tercer objetivo que comprende la prevención de Riesgos laborales en la empresa como factor determinante de la calidad y productividad empresarial.

2. ERGONOMIA Y PSICOSOCIOLOGIA APLICADA

CONCEPTO

La ergonomía y psicología aplicada, como especialidad de las cuatro que componen la estructura de los conocimientos de la prevención de riesgos laborales sintetiza el esfuerzo por adaptar el lugar y medios de trabajo al trabajador, mediante las adaptaciones y recursos para evitar los riesgos en la salud de los trabajadores por el inadecuado diseño del puesto de trabajo o la falta de factores que faciliten las tareas.

La definición más concreta que he podido encontrar de esta especialidad es la de RUIZ RODRÍGUEZ, I. Y TORONTO GONZÁLEZ, F.J. (1999) en la que la describen como **“ las técnicas preventivas orientadas a abordar los factores de riesgo derivados, principalmente, de la carga de trabajo y de la organización del mismo. A su vez, la ergonomía trataría de estudiar las cargas físicas que inciden en el trabajador, y la psicología aplicada las cargas psíquicas, emocionales y conductuales, entre otras que pueden producir merma, rechazo, y otro tipo de disfunciones en la organización “** .

ERGONOMÍA

El estudio de la ergonomía me lleva en primer lugar a presentar su definición según los diferentes autores u organismos que la presentan.

Para el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo es la **“tecnología que se ocupa de las relaciones entre el hombre y el trabajo”**. Para la Organización Internacional del Trabajo hablaríamos de **“ la aplicación conjunta de las ciencias biológicas y de**

ingeniería para lograr la adaptación mutua óptima del hombre y su trabajo, midiéndose los beneficios en términos de eficiencia y bienestar del hombre”.

Los autores A. Wisner y F. Christensen respectivamente, hablan de “ conjunto de conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir los útiles, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con el máximo confort y eficacia”, el Primero de ellos, y de” rama de la ciencia y tecnología que incluye aquellos conocimientos y teorías sobre las capacidades humanas y características biológicas, que pueden ser aplicadas y validadas para las especificaciones, diseños, evaluaciones, operaciones y mantenimiento de productos y sistemas para facilitar el uso seguro, efectivo y satisfactorio por individuos, grupos y organizaciones” el segundo de los autores.

Una vez que me he adentrado en la definición de esta disciplina del conocimiento tendré que sentar la base histórica que nos lleve a comprender mejor el camino recorrido de la ergonomía Frente a la concepción poco humana de finales del siglo pasado donde se trataba de adoptar al hombre a la máquina en las fábricas textiles, según las teorías de Fayol, se empezó a investigar en los factores motivaciones del trabajo en la tercera década de este siglo y cuyo autor fue Elton Mayo. Sería en la II Guerra Mundial cuando empezaron a relucir estudios sobre las relaciones entre el hombre y su entorno, con una finalidad clara de preparar a los equipos, útiles y máquinas de matar para encontrar una mayor eficacia en la guerra en su uso por los soldados,

A partir de dicha contienda, el británico Murrell propone el neologismo ergo nomía (ergo, nomos) para determinar la nueva ciencia aplicada y pluridisciplinar que en el principio se dirige únicamente hacia el estudio de los factores y comportamientos humanos en el trabajo. Sería a

partir de los años sesenta, con la celebración del primer Congreso Internacional de Ergonomía cuando llegaría a tener entidad propia y reconocimiento. Hasta nuestros días, podemos observar los estudios de la ergonomía en múltiples aplicaciones en todos los campos de nuestro entorno habitual, hogar, vehículos, trenes, herramientas, etc.

El concepto de ergonomía está asociado a dos formas de entenderlo, como ciencia y como tecnología. El primero de ellos porque concurren en ella diferentes ramas del conocimiento que tratan de conocer el mejor diseño para la adaptación del puesto de trabajo a la persona, y el segundo porque busca formas de aplicar esos conocimientos para emplearlos en los mejores usos.

Otro concepto a tener en cuenta es el de sistema hombre máquina, en el que esa relación ha de ser tenida en consideración valorando los diferentes factores físicos, psicológicos, medioambientales, entre otros, y que deben ser analizados para poder llevar a cabo una mejor adaptación dentro del sistema.

La ergonomía ha tratado de valorar mediante diferentes técnicas y diferentes disciplinas, como la medicina, la ingeniería, la psicología, la física y otras, los factores que pueden facilitar el control de los riesgos en el trabajo. Para ello se cuenta con estudios importantísimos para conocer las medidas del mobiliario a tener en cuenta para las diferentes tallas corporales según sexo y edad, en el caso de la ergonometría, por ejemplo; y en otros casos, qué colores son los que ofrecen menor desgaste para la vista de operadores de pantallas de visualización de datos (informáticos) en el caso de la física y la medicina.

La ergonomía también estudia la forma más adecuada de los mangos de las herramientas para que no produzca una carga física para las manos, muñecas y musculatura de los miembros de los trabajadores que pudieran estar afectados por un diseño poco adecuado.

La valoración de las condiciones de trabajo en cada caso variará según las características personales y los factores que rodean al puesto de trabajo, igualmente habrá que valorar el tipo de tarea a realizar y la duración de la misma. Por ello, los técnicos competentes valorarán el puesto de trabajo y el método de estudio más apropiado para proponer las medidas correctoras oportunas. La ergonomía centra su estudio según el ámbito en que desarrolla su labor, y así se especializa en:

MICROERGONOMÍA: diseño/rediseño de puestos de trabajo.

MACROERGONOMÍA: diseño organizacional completo.

Atendiendo temporalmente al momento de aplicar sus conocimientos, nos encontramos con la **ERGONOMÍA CORRECTIVA:** actúa sobre puestos de trabajo u organizaciones ya existentes.

ERGONOMÍA PREVENTIVA: Diseña nuevos puestos o estructuras organizativas.

Las condiciones ambientales en ergonomía atienden a considerar los siguientes factores.

- Ambiente sonoro
- Ambiente luminoso
- Microclima
- Calidad del aire

PSICOLOGÍA APLICADA

La definición que plantea la Organización Internacional del Trabajo sobre los factores psicosociales la remarca como Q interacciones entre el trabajo, su medio ambiente, la satisfacción en el trabajo y las condiciones de su organización, por una parte y, por otra, las

capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera del trabajo, todo lo cual, a través de percepciones y experiencias, puede influir en la salud, en el rendimiento y en la satisfacción en el trabajo.

Así pues, la psicología trata de analizar, y de proponer soluciones para adecuar en el trabajador los factores internos en la empresa, y los externos del trabajador para prevenir los riesgos de carga psíquica que a menudo abundan. La expresión de estas disfunciones viene dada en ocasiones con situaciones de stress, ansiedad, fobias, entre otras, y que pueden hacer disminuir las capacidades del trabajador, en interés para la empresa, y el desgaste personal que produce en el mismo para su persona. Preferentemente se estudiará las características personales del trabajador, sus posibilidades de interacción social, sus habilidades psíquicas y sensoriales, su cultura, sus hábitos, etc., en el entorno laboral, y como influyen en él determinados casos de trabajo a sobre presión, en aislamiento social, la atención al público, etc., y según los casos, habrá que sopesar los factores externos a la empresa, ambiente familiar, del barrio, amistades, etc, para tener un conocimiento más profundo de los casos y proponer las medidas correctoras más apropiadas.

3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ERGONOMÍA DE PUESTOS DE TRABAJO

MARCO LEGAL

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz. De acuerdo con el artículo VI de dicha Ley serán las normas reglamentarias las que fijaran y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de manera que su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

La Unión Europea con la Directiva 89/654/CEE, de 30 de noviembre, establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y mediante el Real Decreto 486/1997 se procede a la transposición al Derecho español del contenido de la citada Directiva.

LA EVALUACIÓN DE PUESTOS

Evaluar los puestos de trabajo es la técnica mediante la cual se establecen los parámetros de bienestar y productividad de las personas en su medio laboral. Esta evaluación se soporta en una serie de métodos y objetivos de los que destacan los siguientes:

- Método LEST (Laboratoire d' Economie y Sociologie du Travail).
- Método RNUR (Régie Natural des Usines Renault).
- Método ANACT.
- Método EWA.

- Método RULA.
- Y otros como SAVIEN, ERGOS, CECA, NIOSH, etc.
- El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) proporciona unas NT sobre algunos métodos antes mencionados también otros organismos internacionales editan metodología similar.

MEDIDAS DE DISEÑO DEL GRUPO HUMANO

Un estudio ergonómico de ambiente de trabajo debe comenzar por el análisis de las características físicas y mentales de las personas involucradas en el objetivo de estudio.

La antropometría se encarga de medir las dimensiones y características del cuerpo humano de las personas, relacionadas con el diseño de las cosas que más utilizan. Aunque todos los cuerpos humanos son similares, no presentan semejanzas dimensionales ya que aspectos raciales, climáticos, nutricionales, edad, sexo, etc, modifican la estructura corporal.

Por medio de un estudio antropométrico se puede establecer la distribución dimensional de las personas estudiadas y su ajuste con la actividad que desempeña o las herramientas que usa.

Para el estudio antropométrico se usan dos tipos de medidas:

- Las estructurales que se refieren a las dimensiones de segmentos específicos del cuerpo en su posición normal, por ejemplo: altura, peso, etc.
- Las funcionales que se refieren a las dimensiones operativas del cuerpo en determinada acción, por ejemplo: alcance máximo, ángulos de rotación, extensiones, flexiones, etc.

Con ambos grupos de medidas se pueden construir todo un sistema de características físicas y mecánicas de los cuerpos humanos, como por ejemplo: peso máximo soportado, velocidad de giro, fuerza de empuje, etc. Como ya dije, las diferencias dimensionales de un individuo a otro son en la mayoría de los casos difíciles de concretar en un solo dato fiable, es por eso que

se incorpora el manejo estadístico de los datos antropométricos. Los grupos más usuales de clasificación estadística para la toma de datos son la edad y el sexo. Cada muestra se analiza y se obtienen los cálculos estadísticos de tendencia que en últimas reflejan el comportamiento de grupo de la población estudiada, se calcula entonces la media aritmética, la moda, la mediana.

Con la evaluación estadística realizada se escogen los porcentajes de la muestra que interesan para cada caso, estos porcentajes se conocen como percentiles, que por definición se entienden como la dispersión de la muestra a partir de la media, esta dispersión es desviación estándar. Cuando se toma una muestra entre más de 2 y menos de 2 desviaciones estándar se habla del percentil 95, lo que corresponde a los datos ubicados en el intervalo entre 2,5% y 97.5% de la muestra. Por lo general el percentil 95 es el más usado para trabajos con variaciones muy marcadas en la población objeto del estudio.

MEDIDAS DE DISEÑO

Cada estudio antropométrico define los grupos de medidas que desea analizar, aún así, se han definido un grupo de 17 medidas estándares para el diseño de puestos de trabajo.

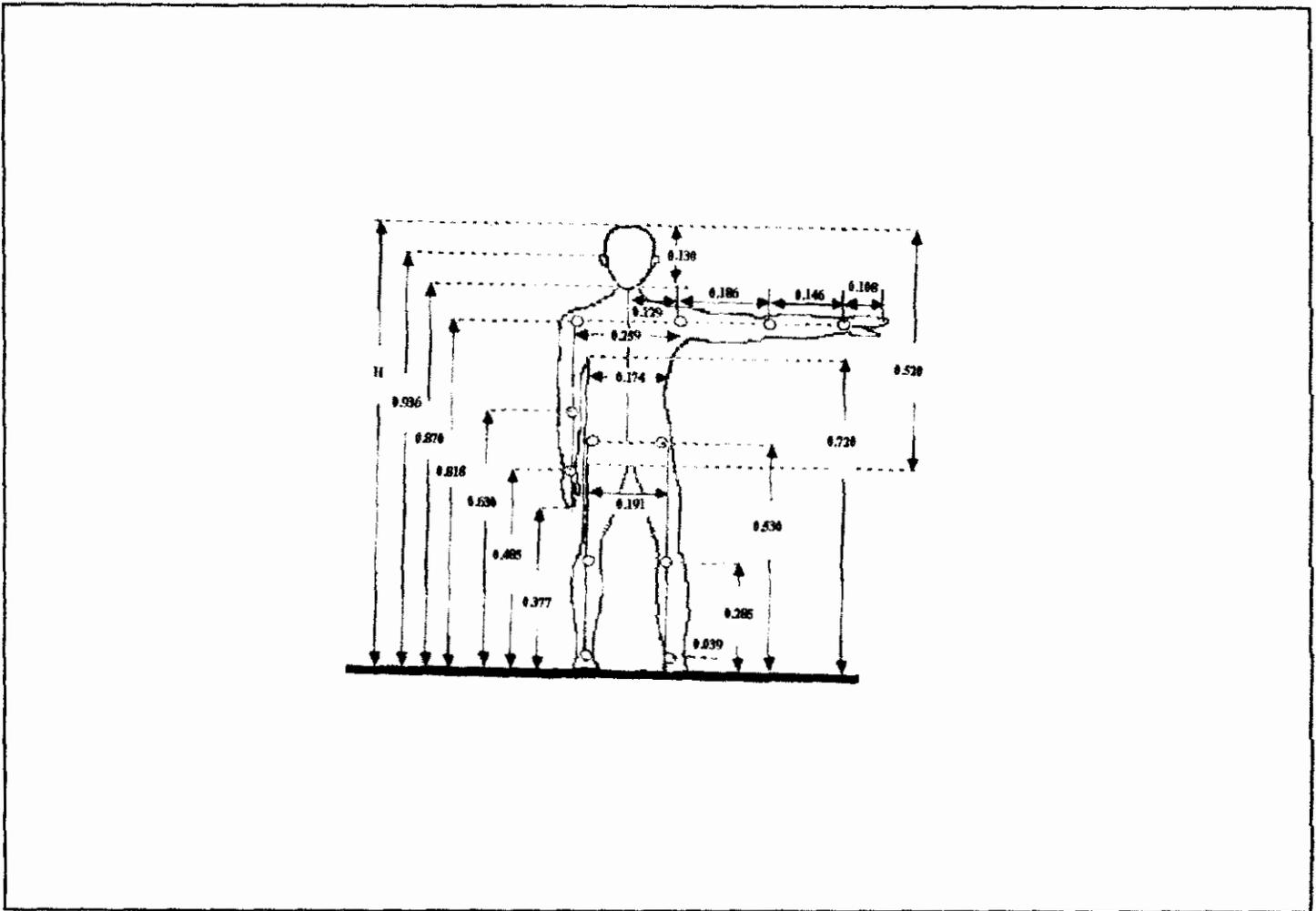


FIGURA 1 TOMADA DE PROYECTO NORMA ISO 7250:1999

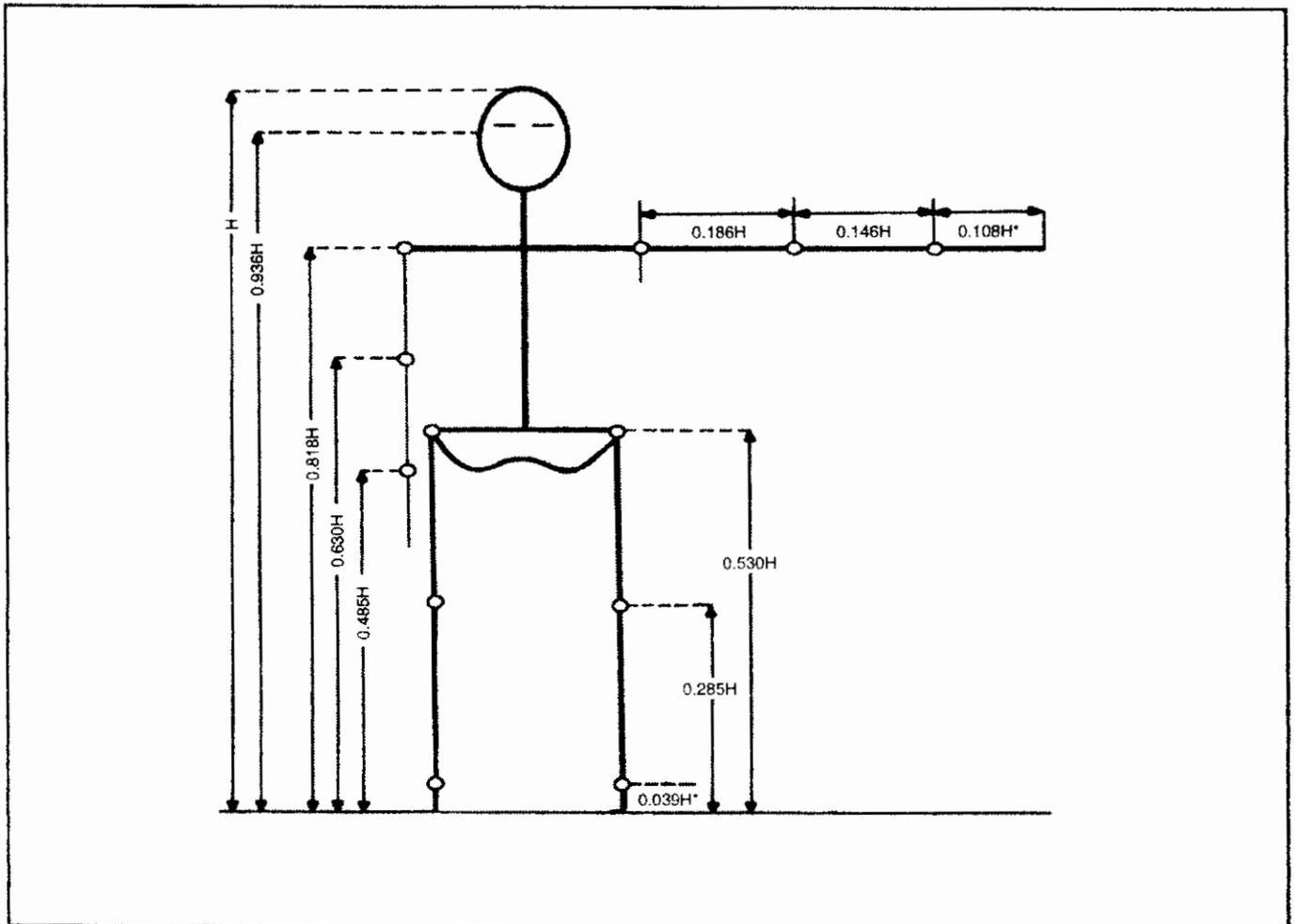
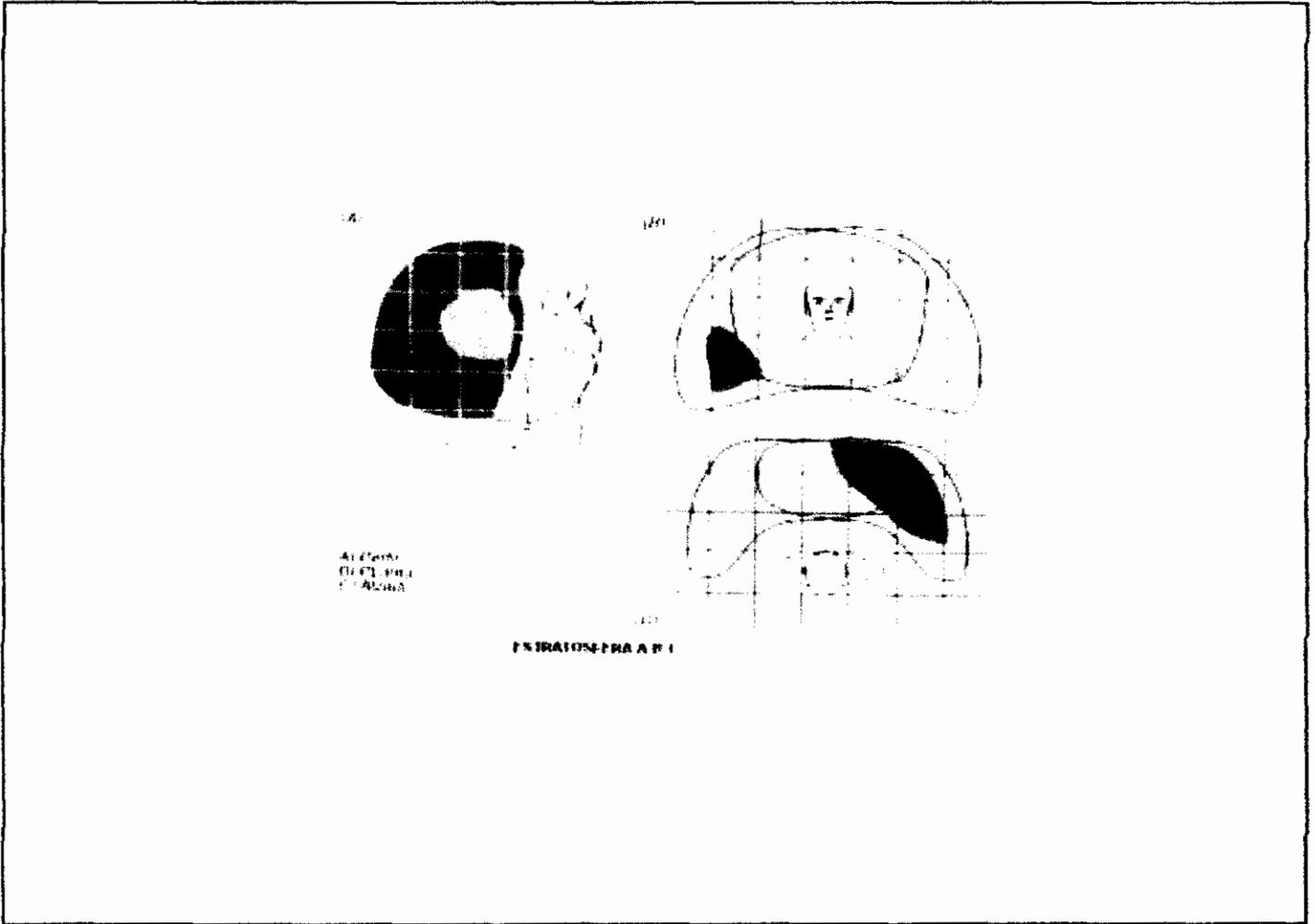


FIGURA 3: TOMADO DE CHAFFIN ET AL. (1999)

Existen también grupos de medidas para actividades específicas. Cuando se deben calcular los espacios de actividad se presentan mapas de las estrofosferas en planta, alzado y perfil de las máximas curvas de agarre.



FIFURA 4 TOMADA DE ERGONOMIA 1 FUNDAMENTOS. EDICIONES UPC (1999)

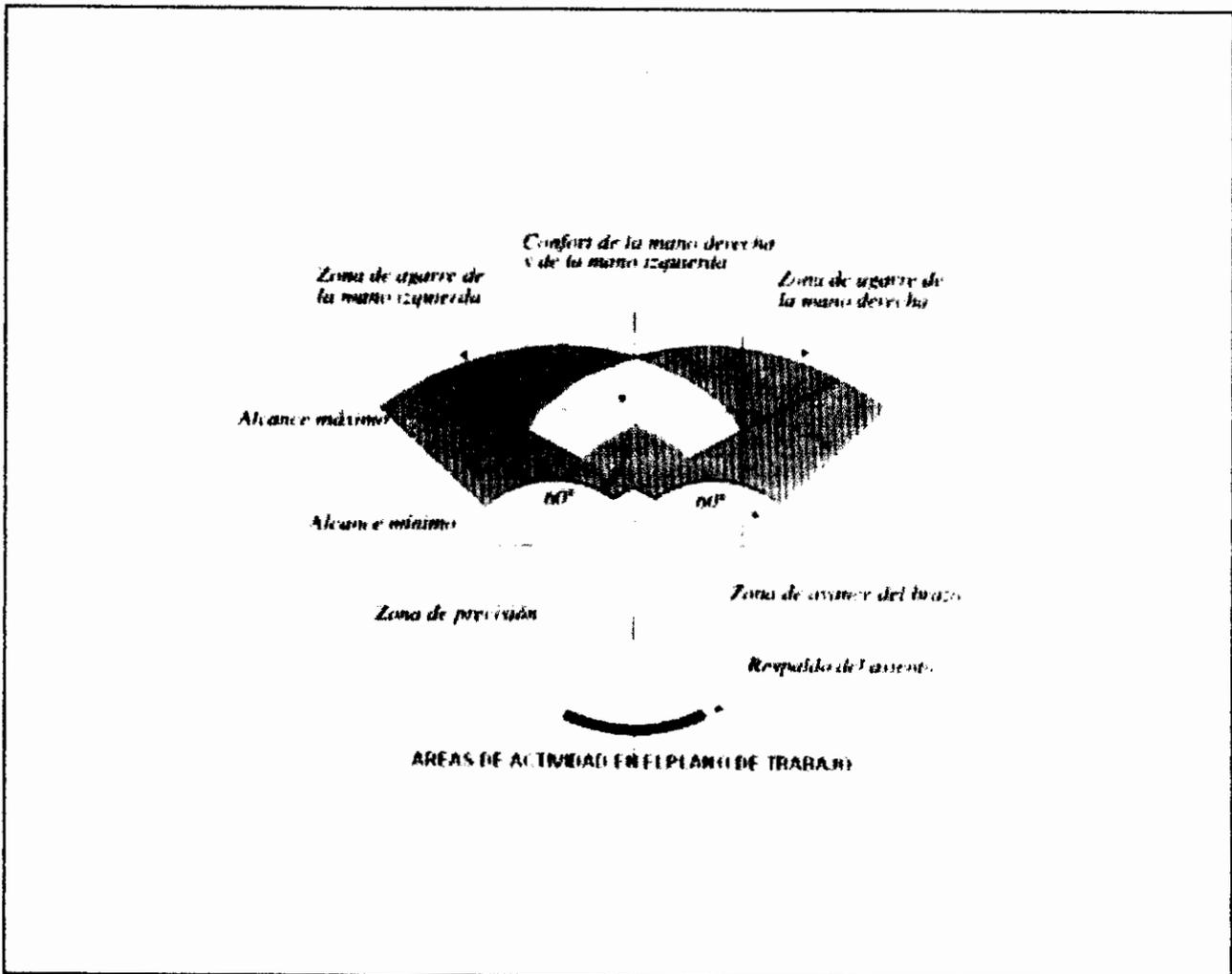


FIGURA 5 TOMADA DE ERGONOMIA 1 FUNDAMENTOS. EDICIONES UPC (1999)

**ISO 7250: 1999 DATOS ANTROPOMÉTRICOS DE LA POBLACIÓN LABORAL ESPAÑOLA
(INSHT, 1999)**

1. Medidas tomadas con el sujeto de pie (en mm.)

Ref	Desig- Nación	Tamaño Muestra	Mdía	Desv. Típica	Perct-5	Percent-95
1	Masa corporal	1711	70.455	12.700	51.000	92.680
2	Estatura	1723	1.663.226	83.894	1.525.200	1.802.800
3	Altura ojos	1722	1.557.955	82.314	1.423.000	1.698.950
4	Altura hombros	1722	1.332.119	76.283	1.256.150	1.508.000
5	Altura codo	1721	1.07.240	58.034	932.000	1.122.000
6	Altura esp.ilíca	1721	941.995	60.976	843.100	1.047.900
7	Altura tercer,metac.	1715	735.522	44.430	664.000	810.000
8	Altura tibia	1719	460.252	40.448	400.000	529.000
9	Espesor pecho De pie	1722	249.157	26.909	208.000	294.000
10	Esp.abd. de pie	1719	460.252	39.813	168.000	297.000
11	Anchura pecho	1722	249.157	32.800	257.000	360.000
12	Anchura cad. de pie	1723	230.045	24.314	306.000	385.000

Figura Tabla 6

2. Medidas tomadas con el sujeto sentado (mm.)

Ref	Designacion	Tamaño Muestra	Media	Desv. Típica	Percent-5	Percent-95
13	Altura sentado	1716	859.690	41.593	793.000	929.000
14	Altura ojos sentado	1716	753.036	39.783	690.000	819.150
15	Altura punto cervical sentado	1716	631.256	35.226	574.000	688.150
16	Altura hombros sentado	1719	579.657	33.704	524.000	635.000
17	Altura codo sentado	1711	224.978	26.440	182.000	269.000
18	Longitud hombro codo	1721	35.750	25.483	312.000	395.000
19	Anchura hombros biacromial	1721	369.577	39.462	304.100	432.000
20	Anchura entre codos	1717	457.852	53.332	367.000	542.000
21	Anchura cadera sentado	1718	365.143	30.440	316.000	417.000
22	Longitud pierna, poplitea	1721	418.174	29.170	368.000	464.000
23	Espesor muslo, sentado	1710	144.782	18.893	112.000	174.000
24	Altura muslo sentado	1712	558.214	35.143	498.000	615.000
25	Espesor abdomen, sentado	1719	240.123	44.113	173.000	314.000

Figura tabla 6

3. Medidas de segmentos específicos del cuerpo (mm.)

Ref	Designación	Tamaño Muestra	Media	Desv. Típica	Percent-5	Percent-95
26	Longitud mano	1719	182.935	11.881	163.000	202.000
27	Anchura palma mano en metacarpianos	1719	85.287	7.859	72.000	97.000
28	Longitud dedo índice	1722	74.415	7.576	64.000	88.000
29	Anchura proximal dedo índice	1722	19.877	1.986	17.000	23.000
30	Anchura discal dedo índ.	1723	17.291	2.026	14.000	20.000
31	Longitud pie	1721	251.547	17.799	221.000	279.000
32	Anchura pie	1715	97.098	8.610	83.800	110.000
33	Longitud cabeza	-----	-----	-----	-----	-----
34	Anchura cabeza	1719	144.738	7.679	132.000	157.000
35	Long cara nasi-mentón	1719	129.870	21.826	110.000	196.000
36	Perímetro cabeza	1698	565.632	20.052	533.000	598.050
37	Arco sagital cabeza	1715	354.297	25.474	315.00	400.000
38	Arco bitragial cabeza	1718	359.510	19.800	325.950	391.000
39	Distancia interpupilar	1717	62.758	4.394	56.000	70.000

Figura Tabla 6

4. Medidas funcionales (mm.)

Ref	Designación	Tamaño muestra	Media	Desv. Típica	Percent-5	Percent-95
40	Alcance máximo horizontal Puño cerrado	1719	698.830	54.246	606.000	785.000
41	Longitud codo puño	1715	335.929	25.576	292.000	376.000
42	Longitud codo-punta De los dedos	1717	447.324	30.233	396.000	495.000
43	Profundidad de asiento	1721	493.518	28.052	450.100	539.000
44	Longitud rodilla-trasero	1719	590.750	31.524	541.000	644.000
45	Perímetro del cuello	1718	368.308	37.213	308.000	425.000
46	Perímetro torácico De pie	1707	968.862	91.009	826.000	1.116.600
47	Perímetro de cintura De pie	1721	871.422	118.928	680.000	1.056.000
48	Perímetro de muñeca	1712	166.104	13.731	143.000	187.000

FIGURA TABLA 6

MÉTODOS GENERALES DE EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO

Uno de los aspectos que contempla la Ley de Prevención de Riesgos Laborales consiste en optimizar las condiciones de trabajo, ya desde los inicios de la Ergonomía se realizaron, y siguen realizándose, continuos esfuerzos para la elaboración de herramientas que sirvan para conocer y valorar estas condiciones de trabajo, podemos destacar por ser los más tradicionales : Método LEST, RENAUL, FAGOR, ANACT.

Los métodos permiten analizar las condiciones de un puesto de trabajo determinado tal y como dice el artículo 4 del Reglamento de los Servicios de Prevención en el apartado 7 del artículo 4 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El Método Renault por su contenido y los aspectos analizados es uno de los más completos y adecuados para condiciones de trabajo poco delimitadas, esto quiere decir que es pertinente para diferentes ambientes laborales

MÉTODOS PARA ANÁLISIS DE PUESTOS DE TRABAJO - Descripción de las actividades más importantes					
	LEST	RENAULT	FAGOR	ANACT	EWA
Persona e instrumentos de recogida de datos	Técnico experto con los instrumentos: luxómetro, anemómetro, sonómetro, cronómetro, cinta métrica.	Técnico con los instrumentos: cinta métrica, luxómetro, sonómetro, anemómetro, y/o ejemplos orientativos de valoración.	Técnico con termómetro, sonómetro y luxómetro.	No requiere formación específica. Se pueden seguir las puntuaciones orientativas o para mayor precisión utilizar instrumentos: sonómetro, luxómetro.	Observación y entrevista y/o aparatos simples de medición.
Tiempo aproximado de observación	3-4 h	2-3 h	30 min - 1 h	2-3 h	15-30 min.
Valoración puntuaciones altas corresponde a peores condiciones de trabajo	Se valoran de 0 a 10 puntos, que se recategorizan en 5 niveles de gravedad.	Valoración en 5 niveles.	Valoración en 5 niveles, excepto los apartados abiertos.	La evaluación da como resultado 3 niveles. La encuesta pondera el peso de los factores entre 0 y 3.	
Aplicaciones	Preferentemente puestos fijos del sector industrial, poco o nada cualificados.	Puestos de cadena, de montaje, trabajos repetitivos y de ciclos cortos.	En su origen, análisis a nivel individual o de conjunto de las plantas de la propia empresa. Adecuados a puestos similares en el sector industrial.	Análisis de las condiciones de trabajo en la empresa para promover la acción. No especifica aplicaciones concretas, en general relacionado con el sector industrial.	No está orientado a trabajos en cadena.
Participación de los trabajadores	En la discusión de los resultados.	Pueden realizar la evaluación los trabajadores, después de un periodo breve de formación.	Se incluye un apartado de opinión del operario.	Los trabajadores, sea cual sea su función, son los mejores expertos de sus condiciones de trabajo. Participan en todos los niveles.	Se entrevista a los trabajadores, mientras se realiza la evaluación.
Comentarios	Referencia básica para los otros métodos. Justifica teóricamente los elementos evaluados en el método. Herramienta de mejora de las condiciones de trabajo. No incluye factores de salario o seguridad en el empleo.	Referencia para otros métodos. Es susceptible de ser adaptado y modificado para analizar otras características.	Método sencillo, gráfico, con posibilidad de fácil manejo y una fácil comprensión. Es una aplicación elaborada por una empresa en concreto.	Aproximación pluridisciplinar y participativa. Es una guía de análisis que debe ser adaptada a cada situación. En la recogida de datos se parte de una visión global del conjunto de la empresa, hasta la visión detallada de un puesto en concreto.	Elaboración desde el punto de vista ergonómico. Las escalas de los ítem no son comparables.

FIGURA TABLA 7 MÉTODOS PARA ANÁLISIS

Descripción de la tarea:	Criterios de evaluación	Datos de identificación	Conocer la empresa	Contenidos:
a. Entorno físico ambiente térmico ruido iluminación vibraciones	Concepción del puesto Altura - alejamiento Alimentación - evacuación Aglomeración - accesibilidad Mandos - señales	Factores de riesgo	Análisis global de la situación Encuesta sobre el terreno:	a. Puesto de trabajo
b. Carga física Carga estática Carga dinámica	a. Seguridad	a. Ambiente físico iluminación ruido ambiente térmico ambiente atmosférico carga física postura habitual habilidad manual	a. Contenido del trabajo	b. Actividad física general
c. Carga mental apremio de tiempo complejidad-rapidez atención minuciosidad	b. Entorno físico ambiente térmico ambiente sonoro iluminación artificial vibraciones higiene industrial aspecto del puesto	b. Organización horario de trabajo tiempo de ciclo tiempo de autonomía espacios y grupos	b. Puesto de trabajo	c. Levantamiento de cargas
d. Aspectos psicosociales iniciativa status social comunicaciones cooperación identificación con el producto	c. Carga física postura principal postura más desfavorable esfuerzo de trabajo postura de trabajo esfuerzo de manutención postura de manutención	Descripción y observaciones Definición del puesto Material que utiliza Prendas de seguridad del puesto Riesgo de accidente Opinión del operador	c. Entorno del puesto	d. Postura del trabajo y movimientos
e. Tiempo de trabajo Cuestionario de empresa	d. Carga mental operaciones mentales nivel de atención		d. Distribución del trabajo	e. Riesgo de accidentes
	e. Autonomía autonomía individual autonomía de grupo		e. Ejecución de las tareas	f. Contenido del trabajo
	f. Relaciones: independientes del trabajo dependientes del trabajo		f. Evaluación - promoción del personal	g. Autonomía
	g. Repetitividad del ciclo		g. Relaciones sociales	h. Comunicación del trabajo y contactos personales
	h. Contenido del trabajo potencial responsabilidad interés del trabajo		h. Individuo y grupos	i. Toma de decisiones
			i. Estilo de mando	j. Repetitividad del trabajo
			Asignar peso Balance del estado de las condiciones de trabajo Discusión de los resultados obtenidos y propuesta de un programa de mejora concreto.	k. Atención
				l. Iluminación
				m. Ambiente térmico
				n. R

FIGURA TABLA 7 MÉTODOS PARA ANÁLISIS

MÉTODO RENAULT (PERFIL DE PUESTO DE TRABAJO)

La mejora efectiva de las condiciones de trabajo y la búsqueda de nuevos métodos de organización de los trabajos, supone la clarificación de objetivos y de una puesta a punto de un útil metodológico; los objetivos pueden ser definidos de forma diversa según la circunstancia de tiempo y lugar.

- Mejorar la seguridad y el entorno
- Disminuir la carga de trabajo física y la carga mental.
- Reducir la presión del trabajo repetitivo o en cadena.
- Crear una proporción creciente de puestos de trabajo de contenido elevado.

Este método de evaluación ha sido diseñado atendiendo a esos objetivos, con la intención de facilitar la apreciación de las condiciones de trabajo. Permite a los técnicos y ergónomos especialistas en condiciones de trabajo evaluar y ponderar las principales dificultades de las situaciones existentes, así como de los proyectos en vías de elaboración. A partir de estas evaluaciones se puede llegar a realizar las correcciones necesarias o elegir entre diversas soluciones técnicas posibles la que responde mejor a los objetivos de las condiciones de trabajo, teniendo en cuenta los condicionamientos técnicos y económicos. La evaluación tiene su punto de partida en el análisis del trabajo y en la observación de las situaciones existentes.

DESARROLLO DEL METODO RENAULT

El método considera ocho factores divididos en dos capítulos:

Factores Ergonómicos

A- Seguridad

B- Entorno Físico

Factores Psicológicos y sociológicos

A- Autonomía

B- Relaciones

C- Carga Física

C- Repetitividad

D- Carga Nerviosa

D- Contenido del Trabajo

Estos 8 factores se evalúan a partir de 23 criterios, más 4 preliminares relacionados con la concepción total del puesto de trabajo. Para cada uno de estos criterios la situación de trabajo se evalúa con una escala de 5 valores. Según figura tablas 8 y 9.

FACTORES ERGONÓMICOS							
	Muy Peligroso	Muy Penoso	Muy Elevada		Aislado		Nulo
	Peligroso	Penoso	Elevada	1 min.	Relación Díficil	1 min.	
	Aceptable		Normal	5 min.	Relación Fácil	3 min.	Mediano
	Bien	Ligera		15 min.	Grupo	5 min.	
	Muy Bien	Muy Ligera		30 min.	Grupo + Relac Est	10 min.	Elevado
			D				H
	Entorno Físico	Carga Física	Carga Nerviosa				

FIGURA TABLA 8 Tomada de programa de Software Vectra 2.0

		FATG		
		Altura - Alejamiento		
		Aprovisionamiento - Evacuación		
		Estorbos - Accesibilidad		
		Mandos - Señales		
		Seguridad		
		Ambiente Térmico		
		Ambiente Sonoro		
		Iluminación Artificial		
		Vibraciones		
		Higiene Atmosférica		
		Aspecto del Puesto		
		Postura Principal		
		Postura más Desfavorable		
		Esfuerzo del trabajo		
		Postura de Trabajo		
		Esfuerzo de Mantenención		
		Postura de Mantenención		
	Carga Nerviosa	D	Operaciones Mentales	18
			Nivel de Atención	19
			Autonomía Individual	
Autonomía de Grupo				
Relaciones Independ. del Trabajo				
Relaciones Depend. del Trabajo				
Repetitividad de Ciclo				
Contenido del Trabajo	H	Potencial	25	
		Responsabilidad	26	
		Interés del Trabajo	27	

FIGURA TABLA 9 TOMADA DE SOFTWARE VECTRA 2.0

CONCERNIENTE AL PUESTO DE TRABAJO

La concepción del puesto de trabajo se evalúa a partir de cuatro características físicas que verifican la buena adaptación del puesto al trabajador.

- Altura- Alejamiento del plano de trabajo
- Alimentación- Evacuación de piezas
- Espacios- Accesibilidad al puesto de trabajo
- Mandos y Señales

Las diferencias interindividuales entre la población de trabajadores justifican la existencia de cotas de valores más o menos dispersas.

CRITERIO NÚMERO 1: ALTURA- ALEJAMIENTO

Este criterio verifica si la concepción del puesto permite el confort postural del operario en *situación de trabajo a partir de:*

- a) Cotas que sitúan en el espacio el emplazamiento más frecuente de las manos del operario.
- b) Cotas de emplazamiento previsto:

ZONA DE MOVIMIENTO DE LOS MIEMBROS SUPERIORES:

- a) Puestos que requieren la movilidad de los miembros superiores sin apoyo necesario y sin manipulación de carga pesada según figuras 10-1 y 11-2

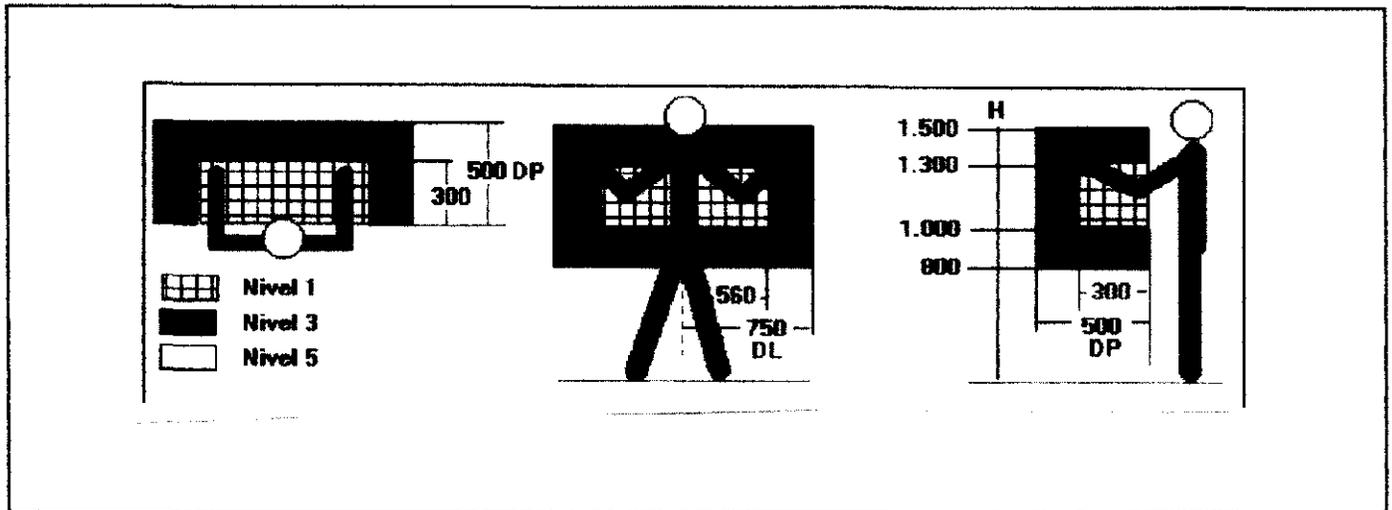


FIGURA 10-1 TOMADA DE PROGRAMA DE SOFTWARE VECTRA 2.0

- H Altura con relación al suelo
- DP Alejamiento en profundidad con relación al frente anterior al suelo
- DL Alejamiento Lateral

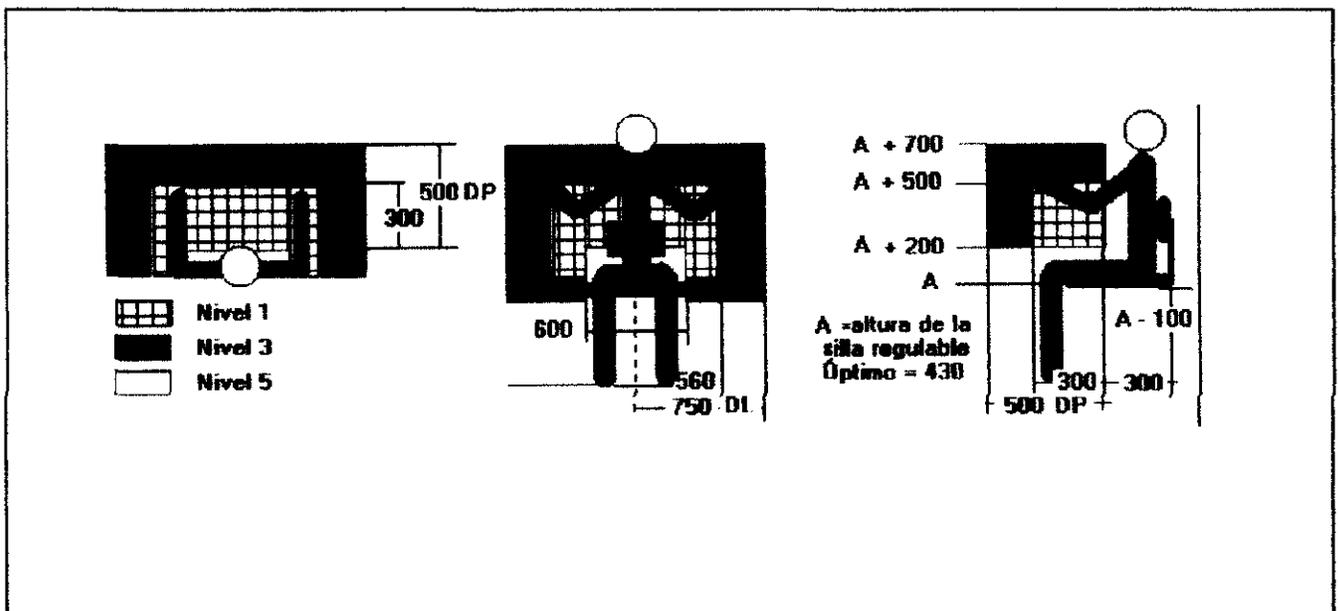


FIGURA 11-2 Tomada del PROGRAMA DE SOFTWARE VECTRA 2.0

- A Altura con relación al suelo
- DP Alejamiento en profundidad con relación al frente anterior al suelo

DL Alejamiento Lateral

b) Puestos que requieren el apoyo de los miembros superiores. Para valores DP y DL ver según 11-2.

Nivel	ALTURA DEL APOYO
1	1.100 ± 10
2	1.050 a 1.150
3	$< 1.050 \text{ ó } > 1.150$

FIGURA TABLA 12 a-1

Nivel	ALTURA DEL APOYO
1	$A + 300 \pm 10$
2	$(A + 250) \text{ a } (A + 350)$
3	$< (A + 250) \text{ ó } > (A + 350)$

FIGURA TABLA 13 b-2

Nivel	H	DP
1	900 ± 10	0 a 200
2	800 a 1.000	200 a 400
3	$< 800 \text{ ó } > 1.000$	> 400

FIGURA TABLA 14 c-3

CRITERIO 2: APROVISIONAMIENTO-EVACUACIÓN

Este criterio verifica si las dimensiones de los dispositivos de alimentación y evacuación de piezas en el puesto de trabajo son compatibles con las posturas normales del trabajador. Se manejan dos parámetros:

H Altura del Lugar de toma de piezas

D Distancia lateral a partir de un plano medio

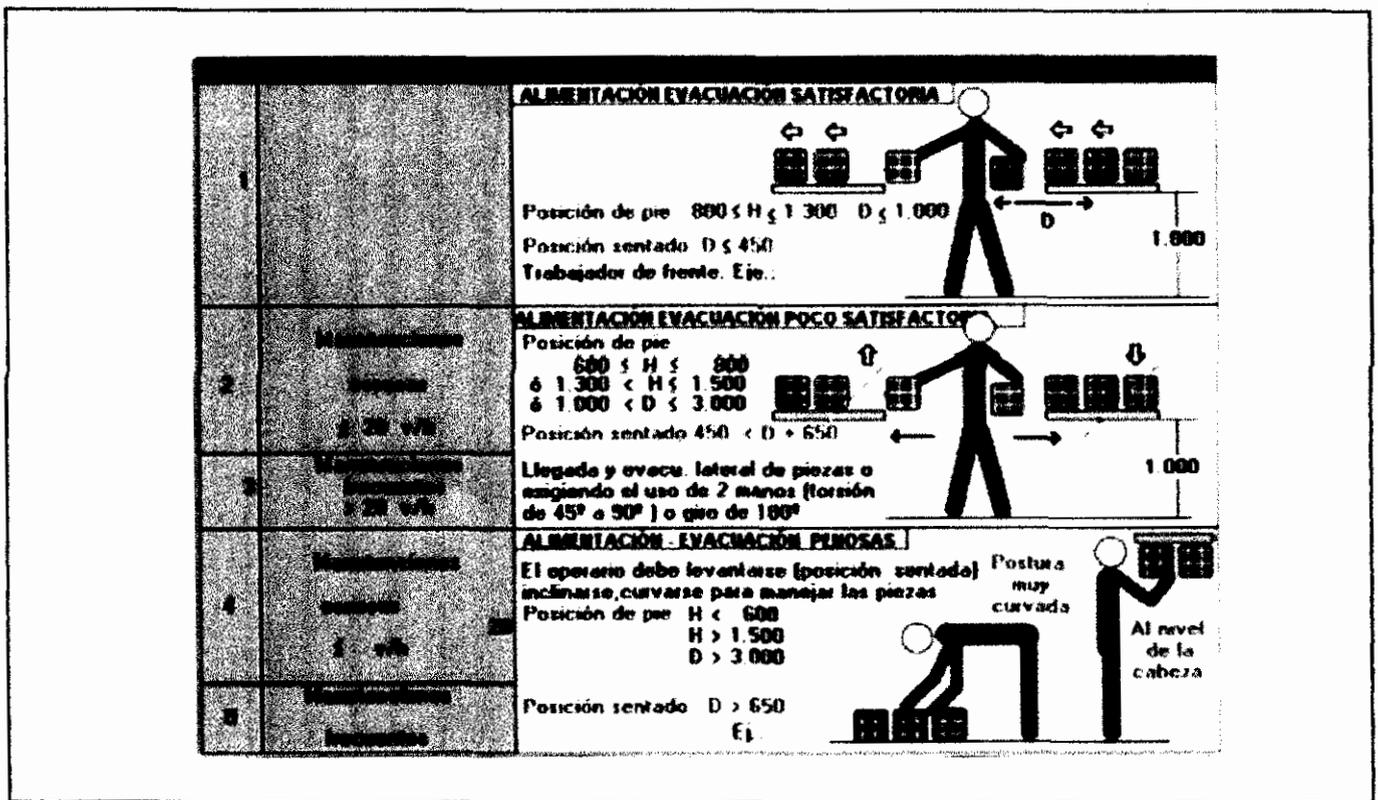


FIGURA 15 TOMADA DE PROGRAMA SOFTWARE VECTRA 2.0

NORMATIVA- DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD PARA LUGARES DE TRABAJO SEGÚN REAL DECRETO 486/97.

EDIFICIOS Y LOCALES

- La superficie de pavimento por trabajador no será menor de 2 metros cuadrados, con un volumen de aire suficiente para 11.5 metros cúbicos, sin tener en cuenta la superficie y el volumen ocupados por los aparatos, equipos, máquinas, materiales, instalaciones. No se permitirá el trabajo en los locales cuya altura del techo sea menor de tres metros cualquiera que sea el sistema de cubierta.
- El piso o pavimento constituirá un conjunto homogéneo y liso sin soluciones de continuidad; será de material resistente, antirresbaladizo y en lo posible, fácil de ser lavado
- Los corredores que sirvan de unión entre los locales, escaleras, etc., y los pasillos interiores de los locales de trabajo que conduzcan a las puertas de salida, deberán tener la anchura precisa teniendo en cuenta el número de trabajadores que deben circular por ellos, y de acuerdo con las necesidades propias de la industria o establecimiento de trabajo. La anchura mínima de los pasillos interiores de los locales, será de 1.20 metros.

SERVICIOS DE HIGIENE

- Todos los establecimientos de trabajo (a excepción de las empresas mineras, canteras y demás actividades extractivas) en donde exista alcantarillado público, que funcionen o se establezcan en el territorio español, deben tener o instalar un inodoro, un lavamanos, un urinario y una ducha, en proporción de uno por cada quince trabajadores, separados por sexos y dotados de todos los elementos indispensables para su servicio, consistentes en papel higiénico de recolección, toallas de papel, jabón, etc.

SEGURIDAD

Se trata de evaluar la Peligrosidad y la Probabilidad de Riesgo en función de la naturaleza del trabajo y de los materiales utilizados.

Riesgos a considerar:

Choques- golpes

- Superficie disponible insuficiente
- Objetivos fijos o móviles capaces de chocar o producir golpes
- Todos los vehículos en circulación

Caídas de personas

- Circulación a un solo nivel
- Circulación a distintos niveles
- Trabajo en altura o cerca de una abertura que comunica con un nivel inferior

Caída de objetos

- Objetos en curso de mantenimiento
- Objetos situados a nivel superior

Aplastamiento o efecto prensa

Cizallamiento

Seccionamientos

Cortes por elementos en movimiento

Pinchazos por elementos en movimiento

Arrastramientos o agarrotamiento

Abrasión

Quemadura

Corriente eléctrica

Proyección

- Objetos o partes de objetos (partículas)
- Partículas sólidas
- Elementos corrosivos
- Líquidos

Incendio

Explosión Estallido por sobrepresión

Manipulación de materiales, de objetos o productos peligrosos

Radiaciones

Intoxicación

EDIFICIOS Y LOCALES

- Los locales de trabajo contarán con un número suficiente de puertas de salida, libres de todo obstáculo, amplias, bien ubicadas y en buenas condiciones de funcionamiento, para facilitar el paso en caso de emergencia. Tanto las puertas de salida, como las de emergencia deberán estar para que se abran hacia el exterior, y estarán provistas de cerraduras interiores de fácil apertura. No se deberán instalar puertas giratorias; las puertas de emergencia no deberán ser de corredera, ni de enrollamiento vertical.

EVALUACIÓN DEL AMBIENTE DE TRABAJO CON TEMPERATURAS ALTAS

DEFINICIONES

- Temperatura del aire: Es el gradiente de temperatura o escala térmica del aire determinado en grados centígrados u otros sistemas, el aire obtiene calor de superficies más calientes por medio de conducción, radiación y convección

- **Humedad del aire:** Es la capacidad del aire de absorber agua en forma de vapor, se mide en porcentaje del máximo que podría saturarse el aire con vapor de agua sin entrar en condensación, esta escala de valor se conoce como *humedad relativa del aire*.
- **Velocidad del aire:** Se refiere al movimiento de los volúmenes de aire debido a la convención o a medios mecánicos como extractores o ventiladores, se mide en metros x segundo o en cambios de volúmenes contenidos x hora.
- **Calor radiante:** La radiación es un proceso por el cual fluye calor desde un cuerpo de alta temperatura a un cuerpo de baja temperatura, cuando éstos están separados por un espacio que incluso puede ser el vacío
- . El término radiación es generalmente aplicado a todas las clases de fenómenos de ondas electromagnéticas, pero en transferencia de calor únicamente son de interés los fenómenos que son resultado de la temperatura y por medio de los cuales se establece un transporte de energía a través de un medio transparente o a través del espacio. La energía transmitida en esta forma recibe el nombre de calor radiante.

EFFECTOS DE CALOR EN EL INDIVIDUO

Los efectos del calor que representan problemas graves en la salud de las personas son las siguientes:

- Hipertermia o insolación
- Deficiencia de sodio
- Fatiga

- Deshidratación
- Dolencias de la piel
- Irritación en los ojos
- Efectos múltiples

SERVICIOS DE HIGIENE

Los cuartos sanitarios deben tener ventanas para su ventilación y es aconsejable que sea forzada para que se produzcan cambios de aire por hora.

TEMPERATURA, HUMEDAD Y CALEFACCIÓN

- La temperatura y el grado de humedad del ambiente en los locales cerrados de trabajo, serán mantenidos, siempre que lo permita el índole de la industria, entre los límites tales que no resulte desagradable o perjudicial para la salud.
- Cuando existan en los lugares de trabajo, fuentes de calor, como cuerpos incandescentes, hornos de altas temperaturas, deberán adaptarse dispositivos adecuados para la reflexión y aislamiento de calor y los trabajadores deberán utilizar los elementos de protección adecuados, contra las radiaciones dañinas de cualquier fuente de calor.
- Los trabajadores deberán estar protegidos por medios naturales o artificiales de las corrientes de aire, de los cambios bruscos de temperatura, de la humedad o sequedad excesiva. Cuando se presenten situaciones anormales de temperaturas muy bajas o muy altas, o cuando las condiciones de las operaciones y/o procesos se realicen a estas temperaturas, se concederán a los trabajadores pausas o relevos periódicos.
- Para realizar la evaluación del ambiente térmico, se tendrá en cuenta el índice WBGT calculado con temperatura húmeda, temperatura de globo y temperatura seca, además se tendrá en cuenta para el cálculo del índice WBGT, la exposición promedio ocupacional. También se calculará el índice de tensión térmica, teniendo en cuenta el metabolismo, los

cambios por convención y radiación expresados en kilocalorías por hora. Para el cálculo del índice de temperatura efectiva, se tendrá en cuenta la temperatura seca, la temperatura húmeda y velocidad del aire.

EQUIPOS DE MEDICIÓN

Los equipos de medición de estos factores deben localizarse en el lugar donde permanece el trabajador y la altura de la región del cuerpo que está más expuesta a la fuente de calor. Para evaluar el ambiente sometido a calor se deben considerar cinco factores:

- Temperatura del aire. Se mide con termómetro de mercurio común, y la lectura se toma cuando el termómetro está estabilizado.
- Humedad relativa del aire. Se mide con el sigrómetro, que consta de dos termómetros colocados paralelamente, uno de los cuales tiene el bulbo revestido por tejido húmedo. Pasados treinta minutos, y estando encerrados los dos termómetros en una cámara protectora de calor radiante, se observa la temperatura en ambos termómetros; uno de ellos indicará la temperatura del bulbo húmedo- T_{bh} - y el otro indicará la temperatura del bulbo seco- T_{bs} -. Los dos valores se llevan a una carta sicrométrica y se obtiene la humedad relativa del aire.
- Velocidad del aire- V_a -. Se mide con un anemómetro, que debe ser bastante sensible a los pequeños fluidos de aire y se puedan hacer lecturas continuas del movimiento del aire no direccional.
- Calor radiante. Se mide mediante un termómetro de globo, que nos indica la temperatura de globo- T_g -.
 - Este termómetro consiste en una esfera de cobre, hueca, de 15 cm de diámetro y 1 mm de espesor, pintada en su exterior de negro mate, que

absorbe la energía radiante que incide en su superficie. En el interior de la esfera se ubica el termómetro y luego de treinta minutos de exposición se lee el valor de Tg.

- Tipo de actividad ejercida. La cantidad de calor que produce el organismo es proporcional al esfuerzo físico realizado por el trabajador; para su obtención se utilizan las tablas internacionales que establecen esos valores.

Los índices que relacionan los anteriores factores para cuantificar la magnitud de la exposición al calor son :

- Temperatura efectiva-TE
- Temperatura efectiva corregida-TEC
- Índice de sobrecarga térmica-IST-o índice de estrés por calor-ISC
- Temperatura de globo húmedo-TGH
- Índice de bulbo húmedo y temperatura de globo-TGBH o WBGT

REALCIÓN ENTRE ÍNDICES Y FACTORES

FACTOR	INDICES				
	TE	TEC	IST	TGH	WBGT
Temperatura del aire	SI	SI	SI	SI	SI
Humedad del aire	SI	SI	SI	SI	SI
Velocidad del aire	NO	SI	SI	SI	SI
Calor radiante	NO	SI	SI	SI	SI
Tipo de actividad	NO	NO	SI	SI	SI

FIGURA TABLA 16

Como se observa en la figura tabla 16 los índices TE y TEC, por considerar todos los factores, tienen menor objetividad y por tanto son menos recomendables para el estudio de calor. Por esta razón los más apropiados son el IST y el WBGT, pero solo se expondrá el método de evaluación WBGT.

INDICE PARA EL MÉTODO WBGT

Para la realización de la evaluación del ambiente térmico por el método WBGT, siempre y cuando se considere la exposición promedio ocupacional se contara de las ecuaciones y los valores límites permisibles a la exposición al calor con los mostrados en la siguiente figura tabla 17.

VALORES LÍMITES PERMISIBLES A LA EXPOSICIÓN AL CALOR

Regimen de trabajo Descanso durante una hora en el local de trabajo	Valor máximo del índice WBGT (W)		
	Tipo de trabajo		
	Liviano	Moderado	Pesado
Trabajo continuo	$W < 30,0$	$W < 26,7$	$W < 25,0$
45 minutos trabajo y 15 minutos descanso	$30,1 < W < 30,6$	$26,8 < W < 28,0$	$25,1 < W < 25,9$
30 minutos trabajo 30 minutos descanso	$30,7 < W < 31,4$	$28,1 < W < 29,4$	$26,0 < W < 27,9$
15 minutos trabajo 15 minutos descanso	$31,5 < W < 32,2$	$29,5 < W < 31,1$	$28,0 < W < 30,0$
No se permite trabajo sin adoptar controles adecuados	$W > 32,2$	$W > 31,1$	$W > 30,0$

FIGURA TABLA 17

En ambientes internos o en ambientes externos, sin presencia de sol:

$$WBGT = 0,7 T_{bh} + 0,3 T_g$$

En ambientes externos soleados:

$$WBGT = 0,7 T_{bh} + 0,2 T_g + 0,1 T_{bs}$$

Los límites permisibles para la exposición al calor señalan que cuando $WBGT > 31^\circ C$, se deben suspender totalmente las actividades; para quienes se encuentren en las últimas etapas de la actividad y los ya aclimatados al calor, los valores WBGT son de 31 y $32.2^\circ C$, respectivamente. Cuando este método se aplique para evaluar térmicamente un puesto de trabajo, se debe tener en cuenta, además del WBGT, el metabolismo con que se ha de realizar el trabajo y la duración de la exposición. Cuando en la jornada de trabajo se tiene una exposición intermitente a diferentes fuentes de calor es necesario ponderar la exposición, la carga metabólica y el WBGT promedio.

La carga térmica metabólica ponderada en el tiempo se obtiene mediante la ecuación:

$$M_{promedio} = \frac{M_1 \times t_1 + M_2 \times t_2 + \dots + M_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

M_1, M_2, \dots, M_n son los valores de la carga metabólica estimados o medidos para cada actividad y t_1, t_2, t_n las duraciones respectivas obtenidas mediante estudio de tiempos.

El valor promedio del WBGT se determina mediante la ecuación:

$$WBGT_{promedio} = \frac{WBGT_1 \times t_1 + WBGT_2 \times t_2 + \dots + WBGT_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Donde $WBGT_1, WBGT_2, WBGT_n$ son los valores del índice WBGT que se han calculado para las diferentes actividades realizadas durante los tiempos t_1, t_2, \dots, t_n . Si se tiene

una exposición continua durante varias horas o durante todo el día, los valores medios se calculan tomando como base una hora: $t_1, t_2, \dots, t_n = 60$ min. Cuando la exposición es intermitente, los valores medios se calculan tomando como base dos horas: $t_1, t_2, \dots, t_n = 120$ min. Los valores dados en la siguiente figura grafica 18, denominados de umbral límite permisible de exposición al calor, se ajustan a las recomendaciones de la OMS y la ACGIH. A partir de este gráfico es posible confrontar el valor del WBGT- Tgbh- contra la carga de gasto energético de la persona que está trabajando. El punto resultante indicará el régimen de trabajo-descanso que debe adoptarse para cada hora. Cuando las condiciones ambientales cambian- ciclo de operaciones diferentes, o cambio de lugar por el trabajador-

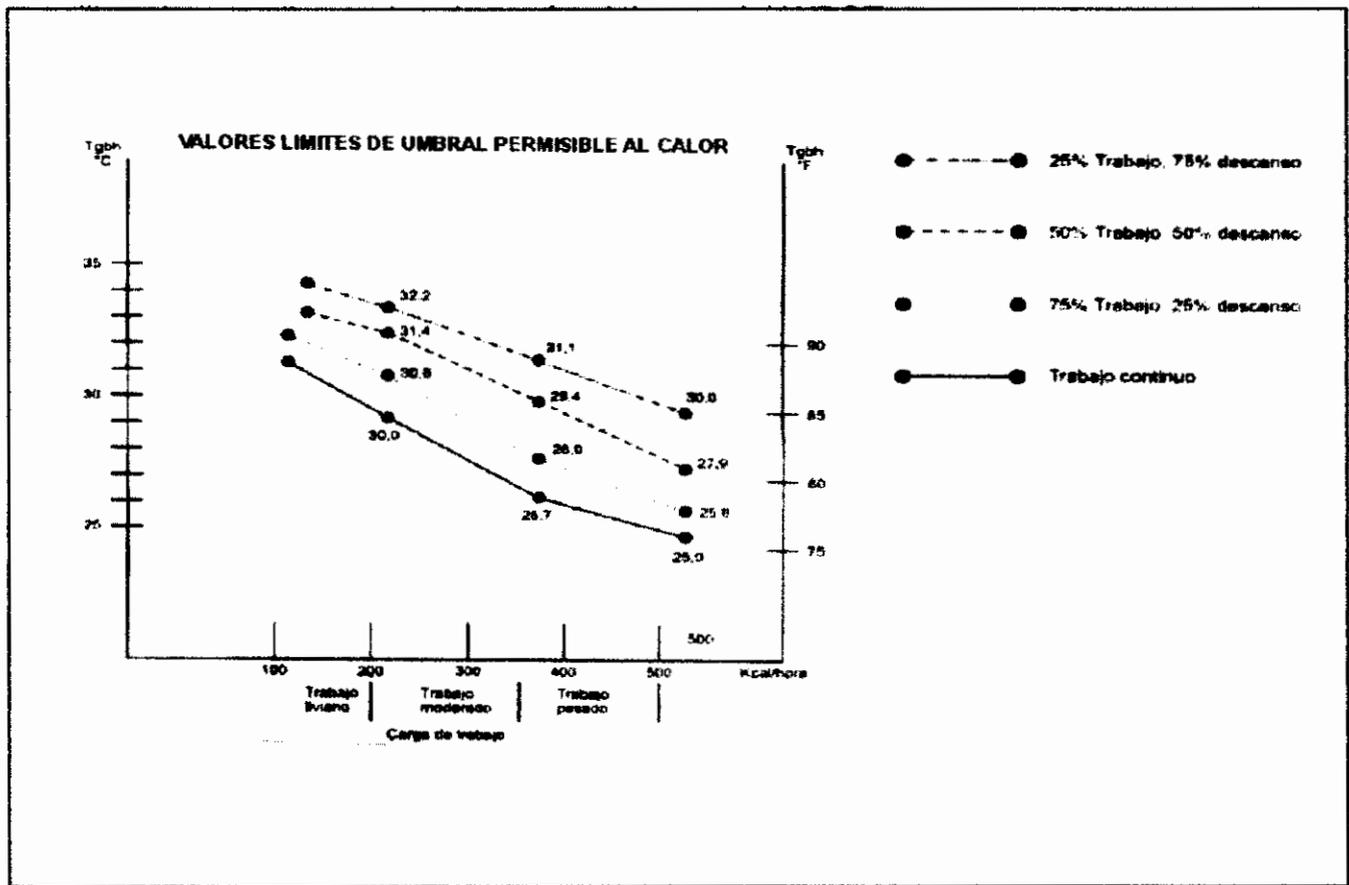


FIGURA GRAFICO 18

Los límites de exposición permitidos para trabajo continuo se aplican a los casos en que la jornada laboral es de 8 horas por día y 5 días a la semana, con interrupciones de 15 minutos en la mañana y en la tarde para descansar y con pausa para alimentarse de 30 minutos.

Las exposiciones más intensas se permiten cuando se disponen de periodos de descanso mayores. Todas las interrupciones, incluyendo las no previstas, se consideran descansos cuando es necesario autorizar reposos mayores debido a condiciones ambientales extremas.

VENTILACIÓN

La ventilación se define como el proceso de renovación del volumen de aire contenido en un espacio interior, esta renovación puede hacerse por medios mecánicos o pasivos; Con la ventilación se limpia el aire y se extrae calor al introducir al interior de los espacios una corriente de aire del exterior con menor humedad.

- En los locales cerrados o en los lugares de trabajo y dependencias anexas, deberá renovarse el aire de manera uniforme y constante, con el objetivo de proporcionar al trabajador un ambiente inofensivo y cómodo.
- Las entradas de aire puro estarán ubicadas en lugares opuestos a los sitios por donde se extrae o se expulsa el aire viciado.
- Al usarse cualquier sistema de ventilación, deberá proporcionarse una o varias salidas de aire, colocadas de preferencia en la parte superior de la edificación; el aire suministrado no deberá contener sustancias nocivas. La descarga se localizará de tal manera que se evite la entrada de los agentes tóxicos por los dispositivos de admisión de aire.
- La ventilación general se aplicará de preferencia para diluir sustancias no tóxicas, que se encuentren en concentraciones relativamente bajas.

- En los lugares de trabajo o locales de servicio, la cantidad de aire que se debe suministrar teniendo en cuenta el área del establecimiento, se hará de acuerdo con la siguiente figura tabla 19 :

Lugar o tipo de ocupación	Pies cúbicos (aire/minuto/pie)
Industrias en general, que no desprenden agentes insalubres , tóxicos ni inflamables	1
Garajes (ventilación mecánica)	1
Gimnasios	1.5
Sanitarios- cuartos de baño	3
Salas- para cargas de baterías	2
Comedores	1.5
Cabinas para soldadura eléctrica	50
Salas –para Limpieza abrasiva, etc.	100

FIGURA TABLA 19

AMBIENTE SONORO

Con el desarrollo de la mecanización de las empresas, junto con los beneficios económicos obtenidos por el incremento de la producción, se generan factores que agreden al hombre y que, en determinado momento, comprometen su capacidad de trabajo y su salud. Es el caso del ruido y la vibración, que llegan a tal intensidad que pueden generar neuritis y pérdida de autocontrol en el trabajador.

El ruido y la vibración son fenómenos que se producen por el movimiento de los cuerpos. Cuando un cuerpo se mueve y tal movimiento es detectable por el oído, se habla de sonido. Finalmente, cuando el sonido que percibe el oído es desagradable se habla de ruido. El

proceso de captación del sonido por el oído humano y su transmisión hasta el cerebro presenta fenómenos de tipo mecánico, que cuando llegan al oído interno se transforman en fenómenos eléctricos, forma como el estímulo llega al cerebro.

El organismo humano está sometido a los efectos de las vibraciones de los cuerpos sólo cuando ellas presentan valores altos de amplitud, similar a los movimientos y de la frecuencia de ellos.

La amplitud es el valor máximo alcanzado por la onda que produce un movimiento y que depende del desplazamiento, la velocidad, la aceleración o la presión. En el caso de los sonidos se tiene en cuenta principalmente la presión.

La propagación de un sonido en el aire se efectúa de acuerdo con el nivel de presión atmosférica, cuyo valor normal es de 10^6 N/ metro cuadrado.. Según el nivel de presión, las vibraciones producen una perturbación en un medio elástico llevando el sonido a las personas.

La amplitud, entonces, es el nivel de presión por encima o por debajo de P_a . La frecuencia será el número de veces que se repite un ciclo en la unidad de tiempo- ciclos por segundo o Herz (Hz)-; por debajo de dieciséis ciclos por segundo se habla de infrasonidos por encima de 16.000 ciclos por segundo se habla de ultrasonidos.

Estos dos últimos niveles constituyen los límites de audición humana. La magnitud de estas unidades es el decibel-dB.

Nivel de presión

$$NP(\text{dB}) = 20 \times \log_{10} P_A/P_N$$

El decibel no es una unidad sino una relación entre las magnitudes de dos variables. Esto nos indica que un sonido de 2 dB es 10 veces mayor que el sonido de 1 dB; el sonido de 4 dB es 100 veces mayor que el sonido de 1 dB.

EFFECTOS DEL RUIDO EN EL AMBIENTE LABORAL

Los efectos más estudiados del ruido son:

- Interferencia con la comunicación oral
- Detrimento en la capacidad de atención
- Cambio temporal del umbral de audición- sordera temporal-
- Alteraciones fisiológicas tales como incremento de la presión cardiaca y la circulación periférica
- Dificultades para el raciocinio
- Aumento de la sensibilidad a estímulos
- Sordera permanente originada por la exposición durante largos períodos, con destrucción irreversible de los elementos sensoriales
- Además la presencia originada del ruido afecta al aspecto de la seguridad por cuanto algunos riesgos tendrán mayor posibilidad de ocurrir.

NIVELES TÍPICOS DE RUIDO

INTENSIDAD dB	FUENTE	PERCEPCIÓN HUMANA
0	Presión atmosférica	Umbral
10	Conversación baja, ruido de hojas	Muy baja
20	Susurro	Baja
40	Cabina audimétrica, radio bajo	Moderada

50	Actividad residencial, actividad de oficina no ruidosa conversación media	Moderada
60	Conversación a un metro de distancia, ruido fabril medio	Moderada
70	Ruido medio de las calles, oficina ruidosa, Automóvil activado a 20 m	Alta
80	Restaurante, sirena policial o ambulancia, Oficina concurrida	Alta
90	Estación férrea, fábrica ruidosa, calle muy transitada, camión diesel viajando a 80 Km/h y a 15 m	Muy alta
100	Caldera fabril, prensas metálicas	Excesiva
110	Sierra circular, forja con martillo	Ensordecadora
120	Escape de vapor, ruido de artillería	Estruendo
130	Avión a propulsión	Dolorosa

Figura tabla 20

RUIDOS Y VIBRACIONES

- En todos los establecimientos de trabajo en donde se produzcan ruidos, se deberán realizar estudios de carácter técnico para aplicar sistemas o métodos que puedan reducirlos o amortiguarlos al máximo. Se examinará de preferencia la maquinaria vieja, defectuosa, o en mal estado de mantenimiento, ajustándola o renovándola según el caso; se deberán cambiar o sustituir las piezas defectuosas, ajustándolas correctamente; si es posible, reemplazar los engranes metálicos por otros no metálicos o por poleas montándolas o equilibrándolas correctamente.

- El nivel máximo admisible para ruidos de carácter continuo en los lugares de trabajo, será el de 85 decibelios de presión sonora, medidos en la zona en que el trabajador habitualmente mantiene su cabeza, el cual será independiente de la frecuencia(ciclos por segundo o Hertz).
- En donde la intensidad del ruido sobrepase el nivel máximo permisible, será necesario efectuar un estudio ambiental por medio de instrumentos que determinen el nivel de presión sonora y la frecuencia.
- El control de la exposición a ruido se efectuará por uno de los siguientes métodos:
 - a) Se reducirá el ruido en el origen mediante un encerramiento parcial o total de la maquinaria, operaciones o procesos productores de ruido; se aislarán las superficies (paredes, techos, etc.) en donde se pueda reflejar el sonido, con materiales especiales para absorberlos; se colocaran aislantes para controlar las vibraciones; se cambiarán o sustituirán las piezas sueltas o dañadas; se lubricarán las partes móviles de la maquinaria.
 - b) Se controlará el ruido en el origen y la persona, instalando pantallas de material absorbente; aumentando la distancia entre origen del ruido y el personal expuesto.
 - c) Se eliminará el tiempo de exposición de los trabajadores al ruido.
 - d) Se retirarán de los lugares de trabajo a los trabajadores y trabajadoras hipersensibles al ruido.
 - e) Se suministrará a los trabajadores los elementos de protección personal, como tapones, orejeras, etc.
- En todos los establecimientos de trabajo donde existan niveles de ruido sostenido, de frecuencia superior a 500 ciclos por segundo e intensidad mayor de 85 decibelios, y sea imposible eliminarlos o amortiguarlos, el empresario deberá suministrar equipo protector a

los trabajadores que estén expuestos a esas condiciones durante su jornada de trabajo; lo mismo para niveles mayores de 85 decibelios independientemente del tiempo de exposición y la frecuencia. Para frecuencias inferiores a 500 ciclos por segundo, el límite superior de intensidad podrá ser hasta de 85 decibelios.

- El anclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos, vibraciones o trepidaciones, de realizarán con las técnicas más eficaces, a fin de lograr su óptimo equilibrio estático y dinámico.
- No se instalaran máquinas o aparatos ruidosos adyacentes a paredes o columnas, cuya distancia a éstas no podrá ser inferior a un metro.

EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN

Los equipos que pueden utilizarse para detectar ruido son los llamados medidores de nivel de la presión sonora o medidores de nivel sonoro- sonómetros y dosímetros.

Los efectos de las escalas de atenuación usadas en los sonómetros son:

L escala (a) es de atenuación, de la forma como el oído humano está percibiendo; b es una escala media de compensación; c es una escala sin compensación.

LÍMITES DE TOLERANCIA

Los límites de tolerancia se dan en las figuras tablas 21 y 22. En estas se observa que por ningún motivo se permiten exposiciones por encima de 140 dB.

LIMITES DE TOLERANCIA PARA RUIDO CONTINUO O INTERMITENTE

Nivel de Ruido (dB)	Máxima exposición permisible (min.)	Nivel de Ruido (dB)	Máxima exposición permisible (min.)
80	96	85	480
86	420	87	360
88	300	89	270
90	240	91	210
92	180	93	160
94	135	95	120
96	105	97	90
98	75	100	60
102	45	104	35
105	30	106	25
108	20	110	15
112	10	114	8
115	7		

FIGURA TABLA 21

LIMITES DE TOLERANCIA PARA EL RUIDO INSTANTÁNEO O DE IMPACTO

Nivel de ruido (dB)	Número de impactos por día
140	100
130	1000
120	10000

FIGURA TABLA 22

TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL

Estas técnicas pueden optar por evaluar el ruido en los oficios o puestos de trabajo, o evaluar las áreas.

EVALUACIÓN DE OFICIOS O PUESTOS DE TRABAJO

Cuando se quiere conocer la cantidad de ruido que se presenta en un oficio determinado, por exposición a diferentes fuentes generadoras, las mediciones se hacen bajo la siguiente premisa: si los resultados de las dos primeras medidas están dentro de 2 dB, es suficiente con ambas mediciones; de otra manera deben tomarse mediciones hasta que la desviación típica de todas ellas sea menor a 3 dB. Estas mediciones se hacen con el sonómetro cuando el nivel de ruido es poco variable, y se hacen con el dosímetro cuando el ruido varía durante la jornada de trabajo.

Si se presenta la situación en la cual hay un grupo de personas expuestas al ruido, con oficios similares y con resultados diferentes de las medidas, es necesario disponer de más de una jornada de trabajo para determinar la exposición de los trabajadores; además se deben hacer los promedios logarítmicos para obtener el promedio de exposición.

EVALUACIÓN DE ÁREAS

Cuando el estudio se orienta a determinar el nivel de ruido recibido como la interacción de todas las fuentes a que se está expuesto, se utiliza la técnica de las cuadrículas de 4 x 4 m en el plano del área que se va a evaluar y se calcula el tamaño muestral como:

$$\text{Número de Puntos a medir } n = \frac{pq}{E \text{ cuadrado}/Z} + \frac{pq}{n}$$

Esta relación tiene 95% de confianza y el 5% de error permisible, y utiliza una tabla de números aleatorios para seleccionar las cuadrículas que se van a evaluar. Las mediciones se hacen a lo largo de la jornada de trabajo, en dos períodos diferentes.

Los valores de intensidad del ruido medidos en cada rango de frecuencias se utilizan para trazar las curvas o espectogramas.

AMBIENTE LUMÍNICO

Al evaluar la iluminación en el trabajo se busca que los riesgos ocupacionales debidos a la iluminación deficiente o inadecuada puedan minimizarse.

Para determinarlo se deben considerar varios elementos. Desde el punto de vista de la higiene industrial, el interés debe concentrarse en aquellos factores de la iluminación que faciliten la realización de las tareas visuales como son:

- 1) Agudeza visual
- 2) Dimensión de los objetos
- 3) Velocidad de percepción
- 4) Contraste
- 5) Resplandor
- 6) Brillo
- 7) Titilación o parpadeo
- 8) Tipo de iluminación
- 9) Dirección de la iluminación
- 10) Cantidad de iluminación por puestos de trabajo
- 11) Distribución de la iluminación

AGUDEZA VISUAL

Es la capacidad para ver. Como los ojos son órganos del cuerpo, esa capacidad está relacionada con las características estructurales y la condición física de esos órganos, y así como los individuos difieren en peso, estatura y fuerza física, de igual forma difieren en su habilidad para ver.

La agudeza visual se disminuye por su uso prolongado o en condiciones inferiores a las óptimas y por esfuerzos arduos; los resultados de esos esfuerzos se pueden limitar a fatigas, con cefaleas, o se pueden presentar daños más serios.

Es importante admitir que la agudeza visual de un individuo disminuye con la sola edad, cuando los otros factores se mantienen iguales; esto se puede igualar, en gran parte, suministrando iluminación adicional.

Sin embargo, no debe deducirse que un aumento progresivo en la cantidad de iluminación dé siempre como resultado mejores condiciones visuales; la experiencia ha demostrado que para determinadas tareas visuales ciertos niveles de iluminación se pueden considerar como críticos, y que un aumento en la intensidad conduce a una visión con una diferencia notable.

DIMENSIÓN DEL OBJETO

El tamaño o la dimensión de un objeto es un factor muy importante en su visibilidad, ya que es más fácil percibir un objeto grande que uno pequeño cuando sus características son iguales.

VELOCIDAD DE PERCEPCIÓN

Hay una cierta velocidad de percepción; la claridad y definición con que se percibe un objeto es en función del tiempo: Si se satisfacen los requisitos fundamentales de la iluminación para facilidad y comodidad, es mayor la velocidad de percepción.

Interviene también en este factor el color del objeto que se percibe y el contraste entre el objeto y su entorno. Cuando los objetos se encuentran en movimiento, la agudeza visual

adquiere un comportamiento dinámico; sin embargo, dicha agudeza visual decrece cuando aumenta la velocidad del objeto.

CONTRASTE

Permite que los ojos perciban los contornos de un objeto contra su fondo. Es un factor que se debe considerar para evaluar las necesidades de iluminación de una tarea visual.

El contraste puede hacerse por diferencia de colores, entre tonalidades de un mismo color e incluso de un color con las formas mate y brillante; para esta última se deben situar adecuadamente las fuentes luminosas.

RESPLANDOR

Es la presencia de cualquier fuente luminosa en el campo de la visión. Si el resplandor es directo, es decir, proveniente de la misma fuente de luz, su solución puede ser simple, bien sea situando pantallas apropiadas o moviendo la fuente luminosa fuera del campo visual. También se pueden reducir los resplandores aumentando el área de iluminación y en ocasiones se puede iluminar relocalizando el sitio de la tarea.

También se presenta el resplandor cuando una superficie del campo visual es muy brillante y le refleja al operador la iluminación que le llega.

BRILLO

Es la cantidad de luz que refleja un objetivo. El brillo depende de la reflexividad del objeto y de la cantidad de luz que incide sobre él; para que exista igualdad de condiciones en la percepción, se necesita más luz para discernir un objeto oscuro que uno de color claro.

La unidad del brillo es el Stilb, que representa la intensidad lumínica de una candela- cd- sobre una superficie de 1 centímetro cuadrado. $1 \text{ Stilb} = 1 \text{ cd}/1 \text{ centímetro cuadrado}$.

TITILACIÓN Y PARPADEO

Ocurre cuando el contraste entre los objetos y el fondo de ellos no es lo suficientemente grande; con este efecto en el ojo se puede distinguir dicho contraste.

Sin embargo, el ojo tampoco está capacitado para soportar grandes niveles de contraste en cuanto al brillo, como en el caso de una luz puntual- vela, linterna- en medio de la oscuridad. El parpadeo provocado por ambas situaciones genera fatiga visual y puede producir molestias, que son factor de inseguridad alrededor de las máquinas.

ILUMINACIÓN

- Todos los lugares de trabajo tendrán la iluminación adecuada e indispensable de acuerdo con la clase de labor que se realice según la modalidad de la industria; a la vez que deberán satisfacer las condiciones de seguridad para todo el personal. La iluminación podrá ser natural o artificial, o de ambos tipos. La iluminación natural debe disponer de una superficie de iluminación (ventanas, claraboyas, lumbreras, tragaluces, techos en dientes de serrucho, etc) proporcionalmente a la del local y clase de trabajo que se ejecute, complementándose cuando sea necesario, con luz artificial. Cuando no sea factible la iluminación natural, se optará por la artificial en cualquiera de sus formas y deberá instalarse de manera que:
 - a) No produzca deslumbramientos, a causa de reflexión del foco luminoso en la superficie de trabajo o foco luminoso en línea de visión.
 - b) No produzca viciamiento de la atmósfera del local, ni ofrezca peligro de incendio o sea perjudicial para la salud de los trabajadores.

- El número de focos, su distribución e intensidad estará en relación con la altura superficial del local y de acuerdo con el trabajo que se realice.
- Se procurará que el trabajador no sufra molestias por la iluminación solar directa; para este fin es indispensable utilizar un vidrio difusor con colocación apropiada u otro dispositivo que evite el resplandor.
- Cuando se use iluminación suplementaria para las máquinas o aparatos, se ha de tener cuidado de que tengan su pantalla adecuada siempre que no den lugar a la proyección de contrastes de luz y sombra.
- Los lugares de trabajo dentro de la empresa, que ofrezcan mayor peligro de accidente deberán estar suficientemente iluminados, especialmente en aquellas operaciones o procesos en donde se manejen o funcionen máquinas-prensas, troqueladoras, cizallas, trituradoras, inyectoras, extrusoras, sierras, etc.
- Se deberán tener en cuenta los niveles mínimos de intensidad de iluminación, ya sean medidas en lux o en bujías/pie, de conformidad con :
 - a) Para trabajos que necesiten diferenciación de detalles extremadamente finos, con muy poco contraste y durante largos períodos de tiempo de 100 a 2000 lux.
 - b) Para diferenciación de detalles finos, con grado regular de contraste y largos períodos de tiempo de 500 a 1000 lux.
 - c) Cuando se necesita diferenciación moderada de detalles la intensidad de iluminación será de 300 a 500 lux.

- d) Para trabajos con poca diferenciación de detalles la iluminación será de 150 a 250 lux.
- e) En trabajos ocasionales que no requieren observación detallada la intensidad de iluminación será de 100 a 200 lux.
- f) Zonas de almacenamiento, pasillos para circulación de personal, etc, requieren una intensidad de iluminación de 200 lux.
- g) Garages, reparación de vehículos con iluminación de 1000 lux
- h) Cuartos para cambio de ropa, con intensidad de 200 lux.
- i) Trabajo regular de oficina, con intensidad de iluminación de 1500 lux.
- j) Corredores, con intensidad de iluminación de 200 lux.
- k) Sanitarios con intensidad de iluminación de 300 lux.
- l) Bodegas, con intensidad de 200 lux

- Para los efectos de estas medidas, la unidad será el lux, que se define como la intensidad producida en una superficie por una bujía estándar colocada a un metro de distancia. La unidad de iluminación más empleada es la bujía-pie, que se define como la iluminación que recibe una superficie de un pie cuadrado, en el cual se distribuye un flujo de lumen. Una bujía-pie equivale a 10.76 lux.

- La iluminación general de tipo artificial deberá ser uniforme y distribuida adecuadamente de tal manera que se eviten sombras intensas, contrastes violentos y deslumbramientos.

- La relación entre los valores mínimo y máximo de iluminación, medida en lux no será inferior a 0.8 para asegurar la uniformidad de iluminación de los lugares de trabajo.

TIPOS DE ILUMINACIÓN

En la vida cotidiana y en los ambientes de trabajo se encuentran dos tipos de iluminación: natural y artificial.

CALCULO DE LA ILUMINACIÓN NATURAL

Existen 3 métodos básicos para efectuar el cálculo de la iluminación natural en un puesto de trabajo:

- Método Gráfico
- Método analítico
- Mediciones de campo

MÉTODO GRÁFICO

El método consiste en proyectar en planta y en sección el vano propuesto sobre el punto escogido para el análisis.

MÉTODO ANALÍTICO

Este método, permite calcular los intercambios energéticos entre una superficie emisora y un punto sobre una superficie receptora.

La Eq. (1) evalúa el factor de configuración:

Eq. 1

K1- k2

Fc =-----de donde

Pi

Fc= factor de configuración

$$k1 = \left\{ \frac{a}{\sqrt{a^2 + c^2}} \right\} \times \left\{ \text{Atan} \left(\frac{b}{\sqrt{a^2 + c^2}} \right) \right\}$$
$$k2 = \left\{ \frac{a}{\sqrt{a^2 + d^2}} \right\} \times \left\{ \text{Atan} \left(\frac{b}{\sqrt{a^2 + d^2}} \right) \right\}$$

$\pi = 3.1416$
a = distancia del punto a la pared.
b = semiancho de la ventana.
c = distancia vertical entre el punto y el umbral del vano.
d = distancia vertical entre el punto y el dintel del vano.
Atan = Arco-tangente. (debe evaluarse en radianes)

FIGURA FORMULA

MEDIDAS DE CAMPO

Para completar el estudio se hace un trabajo de monitorización en modelos que permitan establecer la fiabilidad de los métodos utilizados con una medida lumínica adecuada.

Para realizarlo se utilizan sensores de iluminación, las medidas obtenidas con el sensor equivalen al 72 % de los valores registrados por el ojo humano, Sabiendo las correcciones propias del sensor se hacen las medidas.

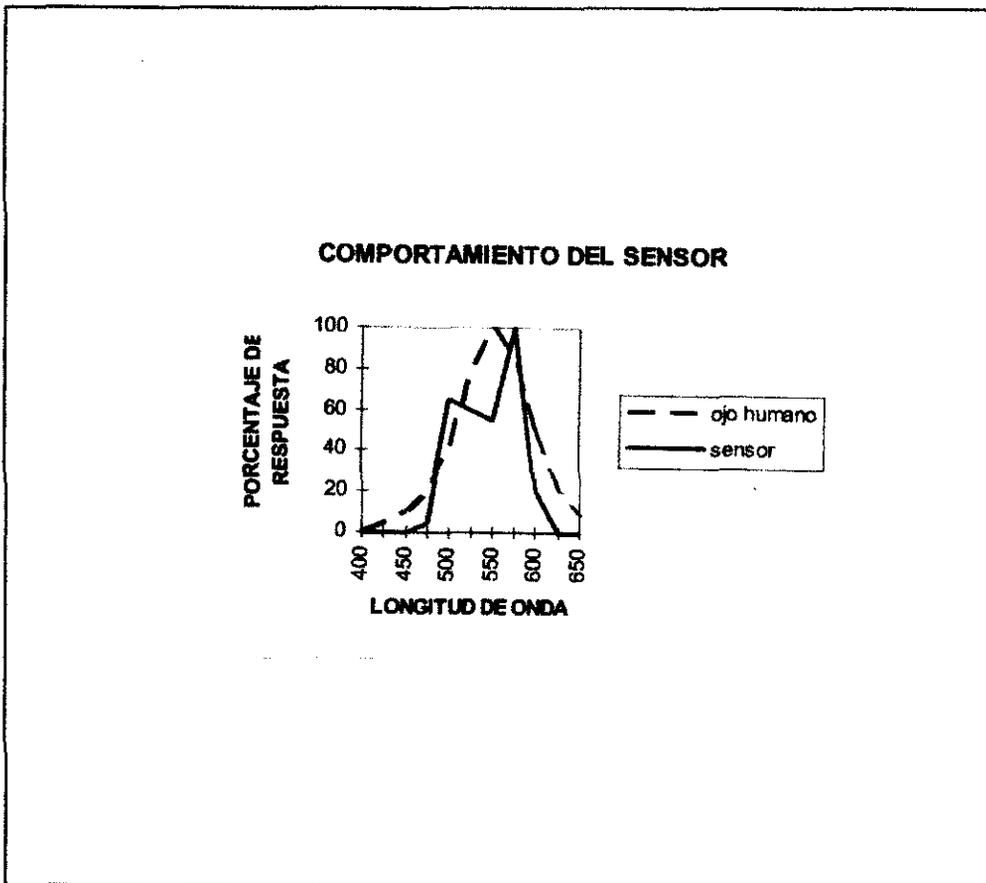


FIGURA GRAFICA 24 Porcentaje de desempeño del sensor

CALCULO DE LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

$$F = E \times S / r \times m$$

Donde:

F: flujo luminoso requerido en lumen-lm

E: nivel lumínico recomendado – lux –

S. superficie para iluminar – metros cuadrados-

r: factor de iluminación

M: factor de mantenimiento – depende de la edad de las luminarias, la suciedad y el estado de las instalaciones eléctricas-

Para calcular el valor de r, debe obtenerse primero el factor de local-fl

$$fl = L \times b / (l + b) \times h$$

fl: factor de local

l: longitud del local

b: ancho del local

h: altura de las luminarias

El número de luminarias-n- necesarias en un local determinado está dado por:

$$n = F / f$$

n: número de luminarias

F. flujo luminoso-lm-

f: Flujo luminoso proporcionado por cada luminaria-lumen/luminaria-

La iluminación de un ambiente de trabajo debe garantizar las siguientes condiciones. Uniformidad en los niveles de iluminación, lo cual se logra con una buena distribución; niveles de iluminación adecuados en cada uno de los puestos de trabajo y niveles de brillos adecuados en los puestos de trabajo y en las áreas de trabajo circundantes.

DIRECCIÓN DE LA ILUMINACIÓN

La dirección de la iluminación es un factor muy importante, que contribuye a que el ambiente de trabajo sea agradable, a que no se presenten reflejos indeseados y a evitar deslumbramientos; por tanto, contribuye a evitar la accidentalidad. La dirección puede ser directa, semidirecta, indirecta, y semiindirecta.

FACTOR DE ILUMINACIÓN

	REFLEXIÓN							
PISO	10 %							
TECHO	75 %		70 %		50 %		30 %	
PAREDES	50 %	30 %	50 %	30 %	50 %	30 %	30 %	10 %

FIGURA TABLA 25

CANTIDAD DE ILUMINACIÓN POR PUESTO DE TRABAJO

Es importante tener en cuenta que el valor de E de la fórmula de iluminación está regulado por normas nacionales e internacionales. Cada fabricante de luminarias posee una o más investigaciones sobre las condiciones de iluminación de los diferentes puestos de trabajo; algunas detallan en forma muy exhaustiva los aspectos más elementales de un puesto de trabajo, los diferentes movimientos que lo conforman y los diferentes espacios en que se realiza.

Con base en estas investigaciones se han venido elaborando tablas que hoy en día se han generalizado, ya no para cada puesto de trabajo en particular, sino para los aspectos mas generales de los diferentes oficios como son los de la figura tabla 26 .

RELACIÓN ENTRE TIPO DE TRABAJO Y LA CANTIDAD DE ILUMINACIÓN

ACTIVIDAD	E (lux)
Trabajos con detalles finos, poco contraste y largo tiempo	1000-2000
Diferenciación de detalles, grado regular de contraste y largo tiempo	50-1000
Diferenciación moderada de detalles	300-500
Para diferenciación de detalles	150-200
Trabajos ocasionales	100-200
Zonas de almacenamiento, pasillos de circulación	200
Garajes para reparación de vehiculos	1000
Cuartos de cambio de ropas, sanitarios	200-300
Trabajo regular de oficina	1500

FIGURA TABLA 26

VIBRACIONES

El movimiento de las ondas puede ser analizado en función de sus frecuencias, sus amplitudes (aceleraciones), y su duración. Cuando ese movimiento es detectable por el tacto se habla de vibración; sin embargo, hay vibraciones que no son detectables por los órganos sensoriales.

HIGIENE INDUSTRIAL

Se trata de la contaminación del aire alrededor de los puestos de trabajo, teniendo en cuenta si son polvos, humos, nieblas o gases.

CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMISIBLES

- Entiéndase en este caso por concentración máxima permisible, la concentración atmosférica de un material peligroso que no alcanza a afectar la salud de un trabajador a ella expuesto en jornada diaria de ocho horas, durante un prolongado período de tiempo.
- En todos los establecimientos de trabajo en donde se lleven a cabo operaciones y procesos con sustancias nocivas o peligrosas que desprendan gases, humos, neblinas, polvos, etc, y vapores fácilmente inflamables, con riesgos para la salud de los trabajadores, se fijarán los niveles máximos permisibles de exposición a sustancias tóxicas, inflamables o contaminantes atmosféricos industriales, en volumen en partes de la sustancia por millón de partes de aire en peso en miligramos de la sustancia por metro cúbico de aire o en millones de partículas por pie cúbico de aire de acuerdo con la tabla establecida por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales, ACGIH, o con los valores límites permisibles fijados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- Partes por millón, expresa volumétricamente a 25°C y a una presión de 760 mm de Hg; partes de gas o vapor de la sustancia contaminante por millón de partes de aire ambiental contaminado. Miligramos por metro cúbico, expresa gravimétricamente, de forma aproximada, los miligramos de contaminantes por metro cúbico de aire contaminado.

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

La evaluación de estos contaminantes atmosféricos, se hará por medio de equipos o aparatos de medida, que determinan las concentraciones de polvo, gases vapores, humos etc, en los medios ambientales de trabajo, que se expresarán para controlar periódicamente los niveles

peligrosos que estén por encima de los valores límites permisibles expresados en la expresión de las concentraciones máximas permisibles, para las sustancias químicas.

ASPECTO DEL PUESTO

Se trata del ambiente general del puesto de trabajo, que tiene en cuenta los siguientes elementos: Limpieza, colores, estética, antigüedad, espacio, iluminación natural, etc.

CARGA FÍSICA

Tres series de criterios deben ser considerados para evaluar la carga física correspondiente a un puesto de trabajo que permiten medir:

- La carga postural estática
- La carga de trabajo dinámica
- La carga de manutención

Los valores de las posturas se obtienen del siguiente figura cuadro 27

S01- Manos debajo del corazón tronco vertical		S10- Manos sobre la cabeza		Dp08- Tronco muy inclinado lateralmente (30° - 45°)	
S02- Tronco inclinado hacia adelante (15° - 30°)		S11- Tronco incl. atrás y manos (*) por encima de la cabeza		Dp09- Tronco incl. adelante y manos altura de cabeza	
S03- Tronco inclinado lateralmente (15° - 30°)		Dp01- Manos debajo del corazón, tronco vertical		Dp10- Flexión de las dos piernas	
S04- Torsión del Tronco (15° - 45°)		Dp02- Tronco inclinado hacia adelante (0° - 15°)		Dp11- Tronco incl. adelante y (*) los brazos extendidos	
S05- Manos a la altura de la cabeza		Dp03- Tronco inclinado hacia adelante (15° - 30°)		Dp12- Tronco muy incl. hacia (*) adelante (más de 45°)	
S06- Manos al nivel del corazón brazos extendidos		Dp04- Tronco inclinado lateralmente (15° - 30°)		Dp13- Tronco incl. atrás manos por encima de la cabeza	
S07- Tronco muy inclinado hacia adelante (30° - 45°)		Dp05- Torsión del tronco (45° - 90°)		Dp14- Manos por encima del nivel de la cabeza	
S08- Tronco muy inclinado lateralmente (30° - 45°)		Dp06- Manos a la altura de la cabeza			
S09- Torsión del tronco (45° - 90°)		Dp07- Tronco muy inclinado (*) hacia adelante (30° - 45°)			

Sentado
 De pie
 De rodillas , en cuclillas

Figura cuadro 27- Posturas para valores de carga física- Tomado del Software Vectra 2.0

La carga física es la resultante de las tres cargas físicas así establecidas.

CRITERIOS DE CARGA POSTURAL ESTÁTICA (CP)

		Postura Principal CP1				
		1	2	3	4	5
Postura más desfavorable CP2	1	1	2	2.5	3.5	4
	2	2	3	3	4	4.5
	3	3	3	3.5	4.5	5
	4	4	3.5	4	5	5+

Figura grafico 28 – Tomado de Software Vectra 2.0

POSTURA PRINCIPAL CP1

Corresponde a la postura más sostenida o más repetida durante el ciclo de trabajo, excluyendo la manutención.

Dos indicadores determinan CP1.

- P1- La postura principal.
- T1- El tiempo que se mantiene: La penosidad de una postura está en función directa del tiempo que se mantiene; este tiempo se evalúa en función de su duración en % sobre la duración del ciclo.

POSTURA MÁS DESFAVORABLE CP2

Correspondiente a la postura más penosa mantenida durante el ciclo de trabajo, manutención excluida, siempre que se cumpla el tiempo de la postura > 10 % de Tc, o la frecuencia > 10 veces / hora.

Dos indicadores determinan CP2.

P2 La postura más desfavorable. Solo se tiene en cuenta cuando sea más desfavorable que la postura principal P1.

T2 El tiempo que se mantiene o la frecuencia de la misma.

- El tiempo: Si la duración de P2 es mayor que el 10 % de la duración del ciclo.
- La frecuencia: Si la duración de P2 es mayor que el 10 % de la duración del ciclo.
- La frecuencia: Si la duración de P2 es muy breve, pero se repite más de 10 veces por hora.

CRITERIOS DE CARGA DE TRABAJO DINÁMICO (CT)

		Esfuerzos de Trabajo CT1				
		1	2	3	4	5
Postura de Trabajo CT2	1 ó 2	1,5	2	2,5	3	4
	3	2	2,5	3	3,5	4,5
	4	3	3,5	4	4,5	5
	5	3,5	4	4,5	5	5+

Figura grafico 29 Tomado de Software Vectra 2.0

ESFUERZOS DE TRABAJO CT1

Los esfuerzos ejercidos para la transformación del producto determinan la componente fundamental CT1 de la carga dinámica. Todos los esfuerzos, levantar, tirar, presionar, empujar,

asir; relativos a los útiles o a las piezas, se tienen en cuenta de la misma manera, a pesar de una repercusión fisiológica diferente.

Dos indicadores determinan CT1.

E1.....El esfuerzo ejercido expresado en Kg.

T3.....El tiempo que se mantiene o la frecuencia.

- El tiempo que se mantiene, si los esfuerzos son continuos, se evalúa en porcentaje sobre la duración del ciclo.
- La frecuencia: si los esfuerzos son leves, pero repetidos. Más de 30 veces por hora.

POSTURA DE TRABAJO CT2

La postura en la que se efectúan los esfuerzos necesarios para la transformación del producto determina una carga específica CT2. Esta postura puede coincidir con la postura principal P1. Con la más desfavorable P2, o constituir una postura específica P3.

Dos indicadores determinan CT2.

P3.....Postura correspondiente al esfuerzo de trabajo.

T3.....Tiempo que se mantiene la postura, expresada en % de duración del ciclo o en frecuencia, si se repite más de 30 veces por hora.

CRITERIOS DE CARGA DE MANUTENCIÓN (CM)

		Carga de Mantenimiento (CM)				
		1	2	3	4	5
Carga de Manipulación CM2	1	1	2	3	4	5
	2	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
	3	2	3	4	5	6
	4	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5

Figura grafico 30 – Tomado del Software Vectra 2.0

ESFUERZO DE MANUTENCIÓN CM1

Los esfuerzos ejercidos por manipulación y la evaluación de piezas del lugar de almacenamiento al plano de trabajo determinan la componente fundamental (CM1) de la carga de manipulación.

Tres indicadores determinan CM1.

- El peso de las piezas: P en N
- La distancia de desplazamiento de las piezas D en cm.
- La frecuencia de manipulación F en veces x hora.

POSTURA DE MANIPULACIÓN CM2

Las posturas en las cuales se efectúan las operaciones de asir y de depositar en el curso de la manipulación determinan una carga específica CM2.

Dos indicadores determinan el nivel de CM2

- Las posturas de tomar por asir y de depositar por colocar.
- La frecuencia de reposición en veces x hora.

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CARGA FÍSICA C

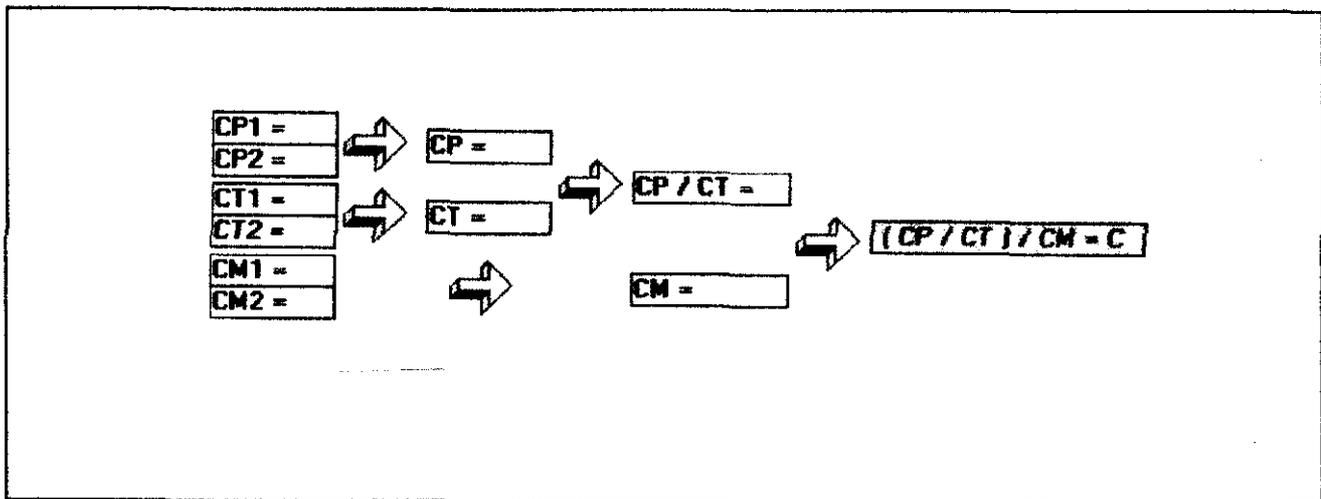


Figura cuadro 31 Cuadro resumen de carga física Tomado de Software Vectra 2.0

Si la duración del ciclo es corta, el puesto se estudia globalmente.

Si la duración del ciclo es larga con numerosas y diferentes operaciones, el análisis debe hacerse en las diferentes fases correspondientes a las sucesivas operaciones de la gama de fabricación. La carga física del puesto será la media de las cargas parciales, ponderadas en el tiempo.

Si se trata de una unidad de la fabricación con varios puestos, la carga física del conjunto es la media de las de cada puesto, ponderadas por los operarios.

CARGA MENTAL O NERVIOSA

Es el conjunto de sollicitaciones experimentados por el sistema nervioso en el curso de la realización de una tarea. La sobrecarga del sistema nervioso tiende a crear alteraciones en el trabajador (Agotamiento).

La carga nerviosa está determinada a partir de dos criterios:

OPERACIONES MENTALES CN1

	10	5	3	1	
<0.1	4	4	4	3.5	3
0.1 a < 1	3.5	3.5	3.5	3	2.5
1 a < 3	2.5	2.5	2	2.5	3
3 a < 5	1	1.5	2.5	3.5	4
5 a < 7	2	2.5	3.5	4	4.5
7 a < 10	3.5	4	4.5	5	6
más de 10	4.5	5	5	5	5

Figura tabla 32- Nivel de CN1. Tomado de Software Vectra 2.0

El primer componente CN1 de la carga mental depende de las operaciones mentales efectuadas por el trabajador. En este caso, las informaciones cuya percepción y tratamiento están impuestos por la ejecución de la tarea, conducen a respuestas y acciones de carácter no automático.

Las elecciones binarias simples se excluyen (automatismos adquiridos por aprendizaje). La carga nerviosa debida a operaciones mentales se caracteriza por:

- a) Por la densidad de las operaciones mentales(d/min) determinada por el número de informaciones puntuales, recibidas y tratadas por minuto durante el ciclo de trabajo.
- b) Por la mayor/menor presión de tiempos en que se ejercen estas operaciones mentales, según la dirección del ciclo.

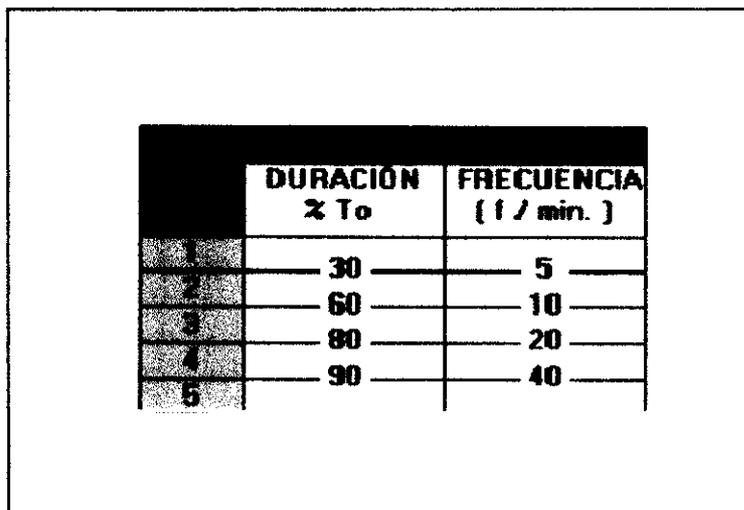
NIVEL DE ATENCIÓN CN2

El nivel de atención se determina por la media de los valores de CN2a y CN2b.

El segundo componente CN2 de la carga nerviosa depende del grado de movilización de la atención del trabajador. En este caso las informaciones simples cuya percepción está impuesta por la ejecución de la tarea, conduce a respuestas o acciones de carácter automático invariable.

a. La duración de la atención CN2a.

Es la duración de control visual o de otro tipo, del trabajador referida a la duración del ciclo. En caso de controles puntuales tener en cuenta la frecuencia (f/min).



	DURACIÓN $\times T_0$	FRECUENCIA (f / min.)
1	30	5
2	60	10
3	80	20
4	90	40
5		

Figura tabla 33. CN2a. Tomada del Software Vectra 2.0

b. La precisión del trabajo CN2b.

Se determina en función de la naturaleza del trabajo.

PRECISIÓN DEL TRABAJO	
1	Manutención - Comprobación de cambio de contenedores
2	Colocación de piezas con tope
3	Ajuste , colocación de pequeñas piezas sin tope
4	Reglaje de Balancines Control
5	Montaje , reglaje , control tipo fabricación de instrumentos de medida .

Figura tabla 34. CN2b . Tomado del Software Vectra 2.0

c. incidentes diversos (duración del ciclo, trabajo en cadena, entorno agresivo, etc..)

AUTONOMÍA

Es la facultad de la que dispone un trabajador, o grupo de trabajadores de movilizar en el tiempo su ritmo de trabajo y de abandonar a su elección, el puesto de trabajo sin perturbar la producción, ni en más ni en menos.

Esta autonomía se entiende en el marco de una producción exigida por hora, día o semana. El trabajador, o el grupo, puede de una manera más o menos amplia, gestionar los tiempos de descanso concebidos.

La autonomía se evalúa a partir de dos criterios.

AUTONOMÍA INDIVIDUAL E1

Depende frecuentemente de la existencia de un stock intermedio entre dos puestos sucesivos o de la posibilidad de adelantarse a la cadena permitiendo al trabajador variar su ritmo en periodos del orden de dos horas o pararse.

Esta limitada por:

- La interdependencia de los trabajadores.
- El aprovechamiento de almacén.
- Cantidad de trabajadores en una misma zona de trabajo.

Dos indicadores determinan E1

VARIACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO E1a

Es el valor en % de la variación de ritmo del trabajador a lo largo de la jornada o por períodos del orden de 2 horas referido a la cadencia de producción impuesta compatible con la organización y la flexibilidad de la instalación.

VARIACIÓN DE LIBERTAD DE PUESTO DE TRABAJO E1b

Es el tiempo que un trabajador puede abandonar su puesto de trabajo, a su elección, sin perturbar la producción.

AUTONOMÍA DE GRUPO E2

La autonomía de grupo está en función del tiempo durante el cual, un grupo de trabajadores reducido (3 a 12 personas) pueden parar su trabajo, a su elección sin perturbar la producción, ni en más ni en menos. La autonomía de grupo supone un acuerdo sobre la elección del ritmo de trabajo y de las paradas colectivas. No tiene sentido más que tratándose de un grupo reducido del orden de 3 a 12 personas.

Dentro de un grupo existe generalmente una autonomía individual para cada trabajador y una autonomía de grupo para el conjunto.

RELACIONES

Las relaciones dependen de las posibilidades de comunicaciones interpersonales durante el tiempo de trabajo, tendentes a favorecer los contactos y a reducir el aislamiento del trabajador en su puesto, o permitir la ejecución de un trabajo en grupo.

Las relaciones se evalúan a partir de 2 criterios.

RELACIONES INDEPENDIENTES DEL TRABAJO F1

Se trata de relaciones interindividuales posibles durante el trabajo pero sin relación directa con éste.

Esas posibilidades de comunicación son generalmente función de la naturaleza de la actividad, de la situación geográfica y del ambiente de los puestos de trabajo. Se tiene en cuenta las facilidades dadas a los operadores de tener relaciones fuera del tiempo de descanso (pausas o desplazamientos breves sin generar trabajo).

1	Las relaciones interpersonales son facilitadas por una <u>organización especialmente estudiada</u>
2	Las relaciones interpersonales son <u>fáciles</u> y los trabajadores tienen la <u>posibilidad de agruparse</u> a su conveniencia
3	Las relaciones interpersonales son <u>fáciles</u> , las tareas de los operarios son independientes, pero existe posibilidad de relaciones de grupo
4	Las relaciones interpersonales son posibles, pero están <u>limitadas o resultan difíciles</u> (implantación ruido, trabajo absorbente, etc...)
5	El operario está <u>aislado</u> en su puesto, los únicos contactos se hacen en los tiempos de descanso

Figura tabla 35- Nivel de F1. Tomado del Software Vectra 2.0

DEPENDIENTES DEL TRABAJO F2

Se trata de relaciones operadores- operadores, operadores- supervisor, operadores- trabajadores de mantenimiento, etc, de carácter jerárquico o funcional, individual o de grupo, necesarios para la realización correcta de una tarea.

1	El trabajador se efectúa en grupos de 3 a 12 personas . Exige un acuerdo de los trabajadores que disponen de <u>ámplia</u> responsabilidad (reparto de tareas , sustituciones , formación de personal nuevo , etc...) y mantienen los contactos necesarios con los servicios periféricos (mantenimiento , calidad , aprovisionamiento , etc...)
2	Como el anterior , pero con inferior responsabilidad , consistente sobre todo en determinar el ritmo de trabajo del grupo y los tiempos de descanso para realizar una producción diaria impuesta . <u>Sin relaciones con servicios periféricos</u>
3	El trabajo implica <u>relaciones frecuentes</u> (otros trabajadores , reglaje , control , retoques , etc.) Ej.: Trabajadores trabajando en puestos fijos próximos
4	Existe un <u>nexo tecnológico</u> entre el trabajo de varios trabajadores , pero la organización no exige más que relaciones poco frecuentes (aislamientos)
5	El trabajador está <u>aislado</u> y su trabajo totalmente independiente del de los demás

Figura tabla 36 . Tomado del Software Vectra 2.0

REPETITIVIDAD DEL CICLO

Auna actividad cíclica de corta duración conlleva una gran repetición de secuencias gestuales siempre idénticas.

Después cada operador efectúa gestos automáticos, que generan cansancio y sensación de monotonía en el trabajo.

La noción de repetitividad- monotonía no se dirige a determinar el interés del trabajo por su contenido, sino para evaluar el cansancio engendrado por la repetición de los mismos gestos.

La noción de repetitividad- monotonía (G) se evalúa mediante un solo criterio; el tiempo de ciclo.

TIEMPO DE CICLO

	10
	5
	3
	1

FIGURA TABLA 37. NIVEL de (G). Tomado de Software Vectra 2.0

El nivel de G así determinado puede ser modificado por:

- La repetitividad interna del ciclo.
- La rotación de un operador sobre muchos puestos.

REPETITIVIDAD INTERNA DEL CICLO

La repetitividad interna del ciclo es la repetición en el ciclo de operaciones idénticas de corta duración. Ello constituye una agravación de la repetitividad del ciclo, en función del número (N) de repeticiones por ciclo (N/C) conforme a la siguiente figura tabla 38. No tiene en cuenta que represente un total del 50 % del tiempo de ciclo.

	1	2	3	4	5	6	≥ 6
	0	+ 0,5	+ 1	+ 1,5	+ 2	+ 2,5	+ 3

Figura tabla 38 Tomado de Software Vectra 2.0

ROTACIÓN SOBRE MUCHOS PUESTOS

La rotación de un operador sobre muchos puestos diferentes reduce la monotonía de su trabajo.

Se debe efectuar en ciertos límites.

- Un periodo de rotación demasiado largo, superior a 3 meses, exige una readaptación difícil.
- Una frecuencia muy rápida afecta a los operadores.

La figura tabla 39 indica el valor de la corrección g en función de:

- Número de puestos diferentes (N).
- Tiempo que permanece en cada puesto (Tp).

	1 mes	1 semana	1 día 1/2 día	1 hora
2-3	- 0,5	- 0,5	- 1	- 0,5
4-5	0	- 0,5	- 1,5	- 0,5
6-7	0	- 0,5	- 1,5	0
8	+ 0,5	0	- 1	+ 0,5
> 8	+ 0,5	0	- 0,5	+ 0,5

Figura tabla 39 Tomado del Software Vectra 2.0

CONTENIDO DEL TRABAJO

El contenido del trabajo indica en que medida la tarea de un operador:

- Tiene su potencial de aptitudes.
- Incorpora su responsabilidad.

- Suscita su interés.

El contenido del trabajo se evalúa con tres criterios:

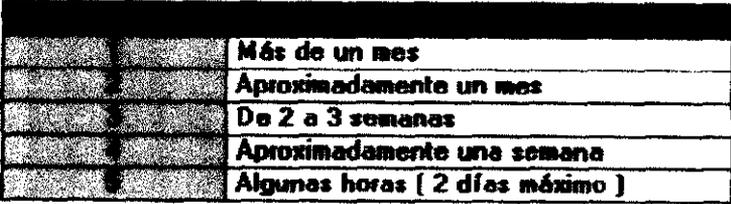
EL POTENCIAL H1

Tiene dos indicadores

DURACIÓN DE LA ADAPTACIÓN H1a

Es el tiempo necesario para que un operador promedio se adapte a su trabajo y lo haga en condiciones de producción satisfactorias.

Se trata de tener en cuenta la complejidad de la tarea sin contar los hábitos posturales y fisiológicos. Si se requiere una formación especial fuera de la empresa, una hora de formación se asimila a un día de aprendizaje.



5	Más de un mes
4	Aproximadamente un mes
3	De 2 a 3 semanas
2	Aproximadamente una semana
1	Algunas horas (2 días máximo)

Figura tabla 40 tomado del Software Vectra 2.0

CONOCIMIENTOS GENERALES NECESARIOS H1b

Son los conocimientos elementales, indispensables al operador para realizar su tarea en buenas condiciones, ciertos signos distintos eliminan la necesidad de una lectura aparentemente indispensable.

	Necesidad de dar cuenta por escrito de un incidente de consigna simple
	Necesidad de leer, escribir y contar (uso y conocimiento de las cuatro operaciones aritméticas
	Necesidad de dar cuenta verbalmente de una situación para identificar un incidente , proceder a un ajuste , etc...
	Necesidad de leer cifras , reconocer números (en carteles o esferas) , comprender consignas verbales , etc...
	Ausencia de conocimientos , incluso en caso que estos sean rudimentarios

Figura tabla 41 Tomado del Software Vectra 2.0

RESPONSABILIDAD H2

Es el grado de implicación personal del operador frente a las personas, el producto o los equipos, que se vuelve necesario o posible por el trabajo.

Tres indicadores determinan H2

a. Probabilidad de errores H2a:

Se trata de examinar si la naturaleza de una tarea, por su complejidad, su repetitividad, su variedad, la selección eventual que ello implica, es una fuente aleatoria o segura de errores. Cinco niveles sitúan la probabilidad de errores en función de la naturaleza de la tarea.

	La frecuencia y la diversidad de los códigos , equipos , índices y/o cambios de producción son una fuente frecuente de errores
	El trabajo necesita realizar por parte del trabajador una elección mediante elementos no identificados , las variantes son limitadas
	Trabajo de ejecución de consignas simples . Mayores posibilidades. Los elementos no son identificados . Autocontrol necesario
	Trabajo de ejecución de consignas simples . Pocas posibilidades, fácil elección , los elementos de identificación son simples
	Trabajo de ejecución de consignas precisas . Una sola posibilidad y ninguna elección

Figura tabla 42 Tomado del Software Vectra 2.0

b. Consecuencias de los errores H2b:

Se trata de identificar los diferentes grados de la molestia, las perturbaciones, los riesgos, los costos causados a los productos, a los equipos o a las personas por errores que provengan en el curso de tarea de un operador. Esas consecuencias pueden aparecer de inmediato o durante la ejecución de la tarea.

1	Los errores cometidos entrañan : - Un rechazo definitivo del producto - Un riesgo grave para los equipos y las personas - Una interrupción importante de la producción
2	Los errores cometidos necesitan una intervención prolongada con perturbación grave de la producción (salida de la cadena) o un rechazo del producto
3	Los errores requieren una intervención inmediata pero no crean más que perturbaciones limitadas de la producción o un posterior retoque del producto
4	Los errores crean perturbaciones posteriores , molestan a los otros trabajadores , pero no tienen consecuencias en los equipos o en el producto Ej.: control sistemático y retoques posteriores
5	Los errores cometidos no tienen ninguna influencia posterior , (ya sea en el producto , equipo o personal)

Figura tabla 43 Tomado del Software Vectra 2.0

Grado de iniciativa H2c: (Intervención)

Toda la intervención de un operador:

- i. Para resolver una dificultad correspondiente a su tarea.
- ii. Para ser resuelta por una persona competente.

Constituye una iniciativa que implica su responsabilidad.

	El trabajador puede regular los incidentes por sus propios medios (aprovisionamiento en ruptura de stock , etc...) o decidir acudir a servicios exteriores
	El trabajador puede regular - controlar , determinados incidentes por sus propios medios
	El trabajador debe identificar los problemas y elegir a la persona que los puede regular (jefe de equipo , regulador , controlador)
	El trabajador se refiere sistemáticamente al regulador , al jefe de equipo , al controlador , etc...
	No hay ninguna iniciativa . Todos los problemas están regulados sistemáticamente por el regulador , el controlador , o el retocador sin intervención del trabajador

Figura tabla 44 Tomado del Software Método Renaul

El interés por el trabajo H3

Son los elementos de motivación y de satisfacción ligados al cumplimiento de la tarea.

Por hipótesis, la situación óptima es aquella donde el operador:

- Asume funciones variadas de control, reparación, etc.
- Realiza un producto de terminado o un subconjunto significativo.
- Interviene en la selección del proceso.

Tres indicadores determinan H3

- a. Diversificación de funciones H3a:
- b. Las diferentes fases de fabricación de un producto exigen de las intervenciones de naturalezas diferentes: transformación (fabricación, ensamblaje), control, reparación, mantenimiento, etc.
- c. Esas diferentes intervenciones efectuadas por un mismo operador constituyen a diversificar sus funciones.

1	El operador asegura la ejecución, el control, las reparaciones, el mantenimiento y toma los contactos necesarios para el funcionamiento del puesto (actividades periféricas, suministros, calidad, etc.)
2	El operador asegura la ejecución, el control, las reparaciones y el mantenimiento corriente de su puesto (verificaciones y pequeños arreglos)
3	El operador asegura muchas funciones simples (ejecución, control, reparaciones) o una función compleja
4	El operador asegura dos funciones simples (ejecución mas control, o control mas reparación, etc.)
5	El operador asegura una sola función simple (ejecución, o control, o reparación, etc.)

Figura tabla 45 Tomado del Software Método Renault

c. Identificación del producto H3b:

La tarea que agrupa un cierto número de operaciones permitiendo la fabricación de un conjunto o de un subconjunto significativo, conlleva al operador a reconocerse en el producto de su trabajo.

Esa identificación es función del carácter mas o menos significativo del producto.

1	El operador realiza el acabado de un producto sin intervención o modificación al final
2	El operador realiza un conjunto completo pudiendo soportar modificaciones
3	Las operaciones sucesivas constituyen un sub-ensamble completo
4	Las operaciones son independientes pero pertenecen a un mismo sub-ensamble
5	Las operaciones sucesivas son totalmente independientes las unas de las otras y pertenecen a sub-ensambles diferentes

Figura tabla 46 Tomado del Software Método Renault

d. Intervención en la selección del procedimiento H3c:

Es la posibilidad para el operador de escoger a su gusto en el modo de producción, ciertas modalidades de realización de la tarea.

Esa posibilidad de escoger no tiene en cuenta si el operador es solo responsable de su escogencia.

1	El operador puede escoger a su gusto la forma de producción: - orden de las operaciones - producción por unidad, por lots o en serie - medios adaptados (herramientas, equipos, accesorios, etc.)
2	Igual al anterior, pero la escogencia de medios se limita a las herramientas
3	El operador puede, en una forma de producción impuesta, hacer variar el orden de las operaciones
4	El operador puede, en un ciclo de operación impuesto, escoger la producción por unidad, por lots o en serie
5	El operador está restringido a un ciclo de operación impuesto e invariable

Figura tabla 47 Tomado del software Método Renault

RECOMENDACIONES A LA METODOLOGÍA Y CONCLUSIONES

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 1995 ni el Real Decreto 39/1997 han sido modificados, en su Anexo VI punto 4º apartado c. Hace referencia a la concepción de puesto de trabajo, totalmente en vigor.

Mientras que las recomendaciones y normas internacionales se están actualizando constantemente y las condiciones de trabajo de hoy nada tienen que ver con respecto a puestos de trabajo de hace 15 años.

La evaluación de riesgos laborales en los puestos de trabajo de obligado cumplimiento para los empresarios es un compendio de estudios físicos y psicológicos de los ambientes de trabajo, cada factor analizado tiene una incidencia profunda en las condiciones de seguridad y salud en que las personas realizan su trabajo. Para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo se requieren especialistas y equipos especializados de distintas disciplinas.

5. APLICACIÓN DEL MÉTODO RENAULT

Consideraciones:

Se juzga conveniente la realización de un estudio ergonómico como base de mejoras ergonómicas en un puesto de trabajo, cuando el servicio de prevención tiene constancia a través del servicio médico de salud de un gran número de operarios que solicitan de su consulta por problemas músculo esqueléticos o psicológicos .

Por la constancia de los resultados ante una encuesta ergonómica realizada por los delegados de prevención a petición de los trabajadores.

Por los datos estadísticos negativos, por bajas relativas a dolores y traumatismos músculo esqueléticos y psicológicos.

Por el diseño nuevo de puestos de trabajo en una empresa de nueva creación.

Por experimentos de la Legislación de Prevención de Riesgos Laborales y la necesidad de la evaluación de puestos de trabajo, etc.

ESTUDIO DEL PUESTO DE TRABAJO

El puesto de trabajo a estudiar pertenece a una compañía auxiliar de ferrocarriles en su departamento de montaje y mantenimiento de bogies para unidades de trenes suburbanos.

El puesto de trabajo seleccionado pertenece a la sección de montaje y mantenimiento mecánico de bogies, y la tarea montaje y desmontaje de bielas de suspensión de bogies, que es un recinto

de 80 metros de largo separado en su centro por un foso de trabajo y de dos andenes de 3,30 metros de ancho. Las paredes de la nave/cochera son de ladrillo dotada de portones automáticos para la entrada y salida de los trenes no esta aislada acústicamente y cuentan con ventanales de vidrieras, El suelo es de rejilla metálica sin desniveles.

En la sección trabajan dos operarios por turno en turnos de mañana tarde y noche (oficiales de montaje y mantenimiento de bojes). En las 7,30 horas, que es su tiempo de permanencia en la sección hay una pausa de 30 min, de descanso para la comida y dos pausas-café de 10 minutos cada una. Para ausentarse fuera de estas pausas el trabajador debe comunicarlo al encargado para ser sustituido por otro oficial. Los dos operarios realizan tareas similares.

El primer oficial desmonta la biela de suspensión de biga bailadora del boje.

El segundo oficial monta una biela nueva y la ajusta.

Cada boje lleva montadas dos bielas una por cada via cada caja de tren lleva dos bojes y un tren completo 6 bojes en total a montar y desmontar 24 bielas con una longitud de 850 mm. Y un peso de 13,800 kg. Cada biela tiene que manipularla desde un carro situado a 300 mm del suelo y para depositarlas también.

A mitad de la jornada laboral ambos operarios intercambian sus tareas todos los días. La simple observación de los operarios hace evidente que los problemas ergonómicos se concentran en los dos operarios, por lo que el estudio se circunscribe a ese puesto.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO ERGONÓMICO

Los operarios de la sección de montaje y mantenimiento de bojes tienen registradas numerosas consultas en el servicio médico de empresa, la gran mayoría de ellas por problemas oseo-musculares. En algunas ocasiones estos cuadros, que evidentemente constituían una alteración física funcional, estaban matizados por una sintomatología propia de un trastorno somatomorfo

Por tanto se juzga conveniente la realización de este estudio ergonómico de este puesto de trabajo para evaluar las tensiones físicas y psicológicas y apuntar medidas correctoras realistas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Inicialmente se ha realizado un estudio descriptivo del puesto de trabajo con cronometración de tiempos.

Seguidamente se ha aplicado el Método Renault que recoge 27 criterios que definen las condiciones de trabajo y los agrupa en 8 factores que se dividen en dos grandes grupos:

- Factores ergonómicos: A) Seguridad, B) Entorno físico, C) Carga física y D) Carga nerviosa.
- Factores psicológicos y sociológicos: E) Autonomía, F) Relaciones, G) Repetitividad y H) Contenido del trabajo.
- Además de estos 8 factores hay 4 criterios preliminares que describen la concepción global del puesto de trabajo.
- Cada uno de estos criterios se evalúa con una escala de niveles que va de 1 (situación muy satisfactoria) a 5 (situación penosa, peligrosa o de mejora prioritaria). Una vez elaborados los 27 criterios se constituye el perfil analítico del puesto de trabajo y a partir de él, el perfil global.
- Posteriormente se realiza el proceso de aislar tensiones del trabajo. Para ello se ha utilizado una guía para la mejora de puestos de trabajo. A partir de ésta se elabora un cuestionario de 28 ítems que recoge las posiciones y movimientos del cuerpo a lo largo del ciclo de trabajo. En cada ítem se especifica si se trata de una situación, continua, frecuente, o esporádica y se califica en una escala de 1 a 5 igual que en el Método Renault.

FOTOGRAFIAS TOMADAS A LOS OFICIALES DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE BOJIES EN SU CICLO DE TRABAJO, ENTORNO DE TRABAJO, PUESTO, CARRO, ETC.

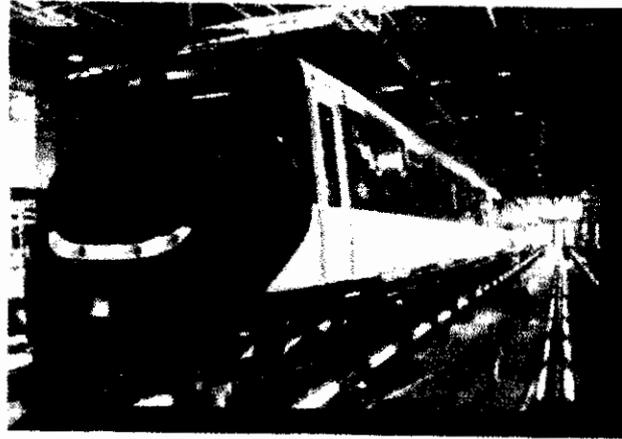


Foto 1 Cochera/Taller el entorno de trabajo

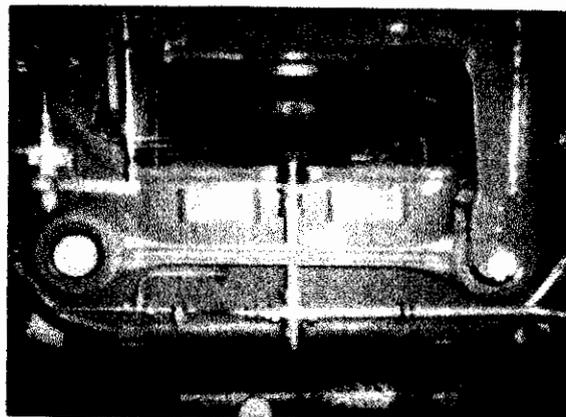


Foto 2 Bojie y su biela por via 1



Foto 3 oficial en operaciones de desmontaje de cabeza biela lado derecho.



Foto 4 oficial en operaciones de desmontaje de cabeza de biela lado izquierdo



Foto 5 oficial apretando biela cabeza lado izquierdo



Foto 6 oficial apretando biela lado derecho

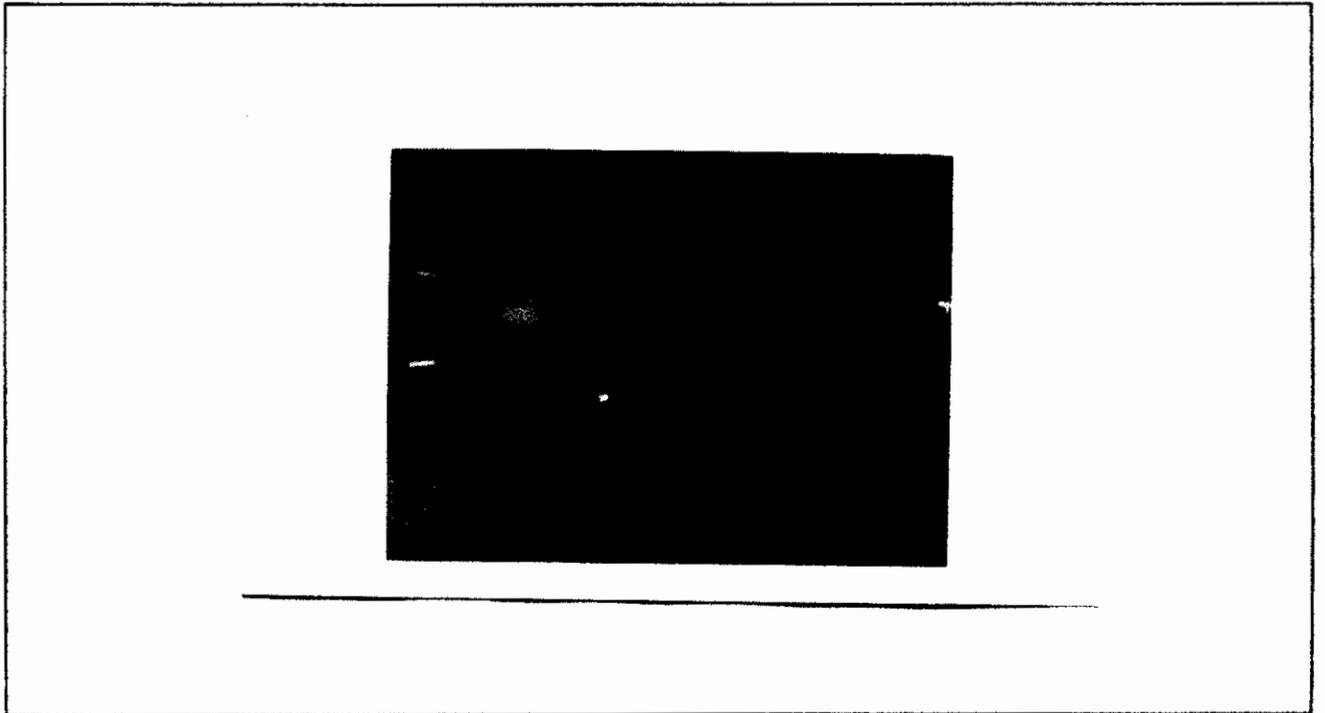


Foto 7 oficial realizando operaciones de montaje de biela lado derecho

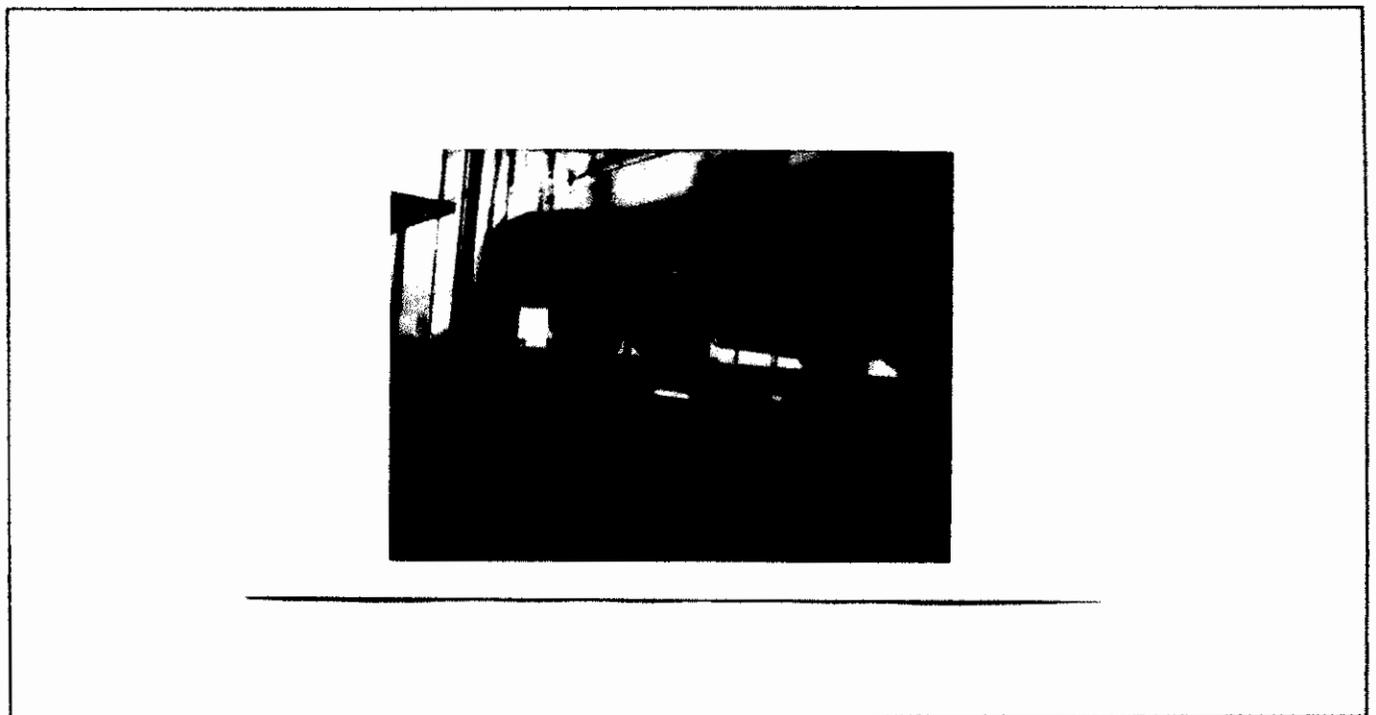


Foto 8 oficial realizando labores de montaje de biela lado izquierdo



Foto 9 oficial comprobando el juego de biela lado izquierdo

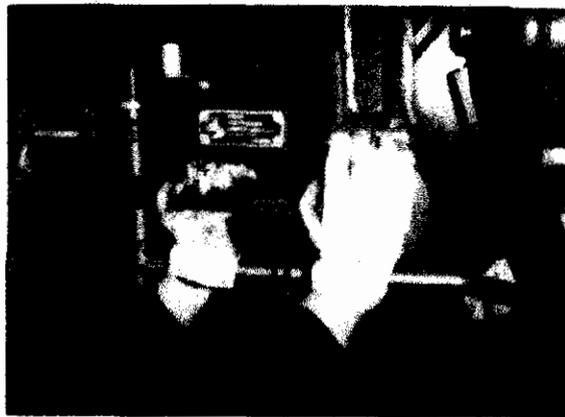


Foto 10 oficial comprobando juego en biela lado derecho

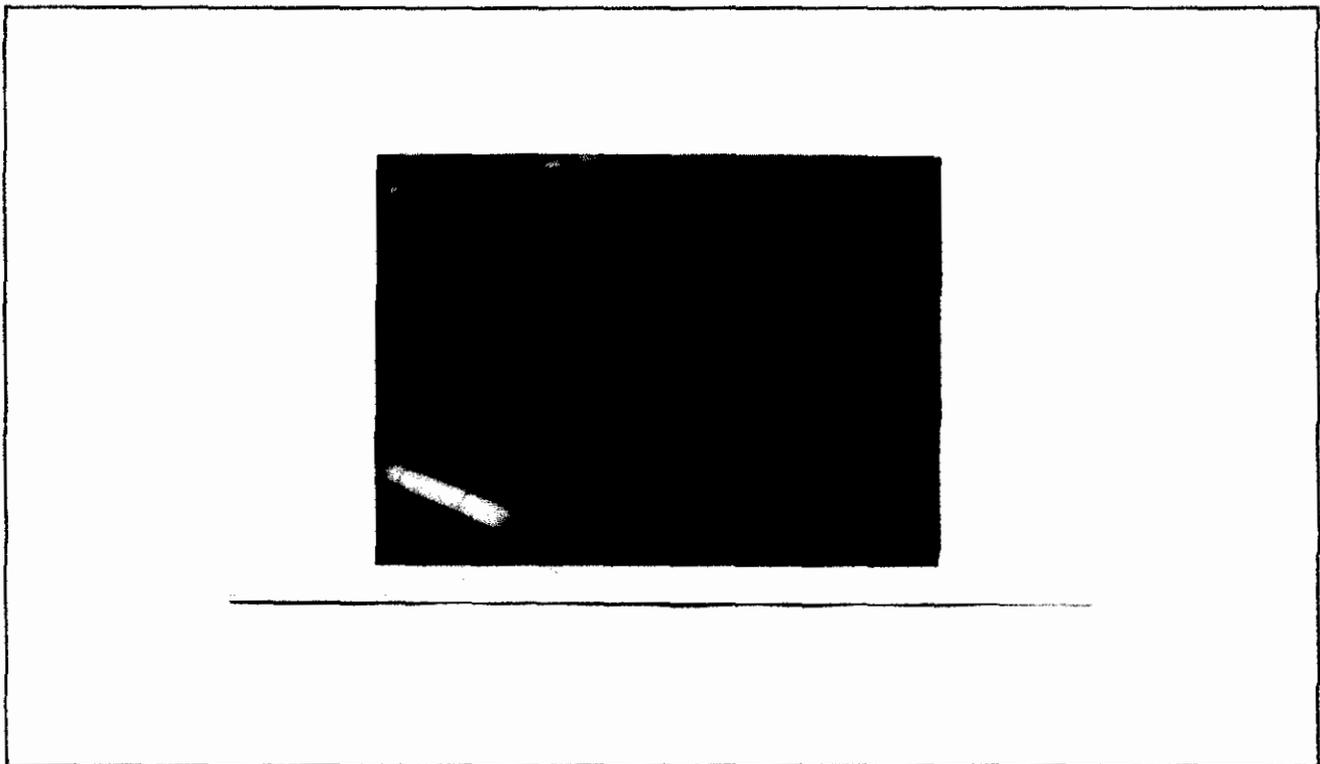


Foto 11 carro

Para la aplicación de los perfiles del puesto de trabajo se ha utilizado el método observacional directo, igualmente se fotografiaron ciclos de trabajo para su posterior análisis. En la realización de las determinaciones cuantitativas se ha utilizado el siguiente instrumental: cronómetro, psicrómetro, sonómetro, luxómetro, cinta métrica, dinamómetro y goniómetro.

Tras realizar todo el análisis anteriormente descrito se ha procedido a la propuesta de mejoras en el puesto de trabajo teniendo en cuenta las bases para la mejora de soluciones ergonómicas, que prioriza las soluciones de ingeniería sobre las administrativas, buscando como mínimo reducir uno de los elementos de estrés de un puesto de trabajo determinado.

RESULTADOS

- 1) Desmontar biela de suspensión de bojie. Tiempo en minutos 22 min.
- 2) Montar biela de suspensión y ajuste en bojie. Tiempo en minutos 35 min.
- 3) Tiempo total del ciclo de desmontaje y montaje de la biela .Tiempo en minutos 57 min

Los resultados de la aplicación del Método Renault quedan reflejados en los gráficos 1 y 2 que presentan los valores de cada uno de los items que son:

PRELIMINARES: CONCEPCIÓN DE PUESTO

- 1) Altura y alejamiento del punto de operación
- 2) 2) Alimentación- evacuación de piezas(bielas)
- 3) Condiciones del espacio. Accesibilidad del puesto
- 4) 4 Mandos y señales

A) SEGURIDAD

- 5) Seguridad

B) ENTORNO FÍSICO

- 6) Ambiente térmico
- 7) Ambiente sonoro
- 8) Iluminación
- 9) Vibraciones
- 10) Higiene atmosférica
- 11) Aspecto general

C) CARGA FÍSICA

- 12) Postura principal
- 13) Postura más desfavorable

- 14) Esfuerzos de trabajo
- 15) Postura de trabajo
- 16) Esfuerzos de manutención (aprovisionamiento)
- 17) Postura de manutención

D) CARGA NERVIOSA

- 18) Operaciones mentales
- 19) Nivel de atención

E) AUTONOMÍA

- 20) Autonomía individual
- 21) Autonomía de grupo

F) RELACIONES

- 22) Relaciones independientes del trabajo
- 23) Relaciones dependientes del trabajo

G) REPETITIVIDAD

- 24) Repetitividad

H) CONTENIDO DEL TRABAJO

- 25) Potencial
- 26) Responsabilidad
- 27) Interés

DISCUSIÓN: CONCEPCIÓN DE PUESTO

Obtienen valores máximos los ítems de altura y alejamiento del punto de operación y mandos y señales porque obligan a trabajar con los brazos y codos por encima de los hombros y esta postura se repite 5 veces por minuto.

El resto de los ítems puede considerarse aceptable, así como el factor de seguridad.

FACTORES ERGONÓMICOS

B) En el entorno físico se obtiene un valor global elevado: 4. Pero ello es debido al alto nivel de ruido: 92 dB (A) de nivel diario equivalente. El resto de las variables que intervienen en este factor tienen unos valores bajos.

C) El factor carga física obtiene un elevado valor debido a los siguientes hechos: La postura más desfavorable es de pie con los brazos y codos a la altura de los hombros, y dicha postura se realiza 12 veces en un ciclo de 36 segundos.

El peso de las bielas es de 13,800 Kgr, y en cada ciclo retira las dos bielas una por cada vía del bojie y las deposita en el carro, transpale. Recorriendo cada vez unos 180 cm. Esto da por cada tren 48 manipulaciones, 24 bielas que se desmontan y 24 que se montan en el tren..

D) La carga nerviosa resulta elevada (4,5) no por la complejidad de las operaciones mentales, sino por su nivel de atención que se ve agravado por ser una línea de montaje de ciclo corto en un entorno desfavorable.

FACTORES PSICOLÓGICOS Y SOCIOLÓGICOS

Destacan la autonomía y la repetitividad que obtienen la puntuación de 5. Esto es debido a que el operario no puede modificar el procedimiento ni ritmo de trabajo, que viene dado por la línea de montaje. Igualmente tampoco puede abandonar el puesto de trabajo a su elección si alterar la producción. Por otra parte sólo hay dos oficiales en la sección de montaje de bielas del boji con ausencia total de autonomía de grupo.

En cuanto a la repetitividad es extrema pues son montajes de bielas solamente en los boji y el ciclo es corto con solo ligeras variaciones y el tipo de bojies de los coches siempre es el mismo.

Algo por debajo de los factores antes comentados se encuentran las relaciones, valoradas con un 4. La comunicación verbal es posible pero resulta difícil por el elevado ruido ambiente debido a la entrada y salida de trenes y a los compresores de los mismos al cargar y descargar y la brevedad de el ciclo considerando que cada oficial trabaja por una vía distinta teniendo el tren entre los dos. En cuanto a las relaciones dependientes del trabajo son poco frecuentes, puesto que las tareas habituales no las exigen.

El factor H, contenido del trabajo es el que recibe una valoración más baja. Dicho valor se obtiene a partir del promedio de las puntuaciones del potencial, responsabilidad e interés.

El potencial da un valor 4 porque en este caso no se requieren conocimientos específicos y la destreza óptima para el desarrollo del trabajo se puede adquirir tras aproximadamente un mes de práctica.

La responsabilidad obtiene una puntuación algo más baja (3,5) porque aunque las posibilidades de elección del operario y cometer errores son muy escasas, los errores serían de graves consecuencias ya que por un agarrotamiento de la biela pudiera descarrilar el tren, implicando en la calidad del servicio y la explotación.

Respecto al interés del trabajo hay que señalar que el ciclo de trabajo se resume en dos funciones simples básicas. Dentro de cada ciclo el operario puede teóricamente decidir en las

operaciones de montaje y desmontaje de la biela, aunque siempre sigue un mismo orden basado en la experiencia de la práctica. Todo ello conduce a obtener un elevado nivel de puntuación en este subapartado.

En el estudio se considera que los factores psicológicos son de capital importancia debido a que la sintomatología referida por los trabajadores en la consulta del servicio médico de empresa estaba identificada por factores psicológicos.

Tras la aplicación del Método Renault se evidencia que existe un factor de atención prioritaria: la carga física, para analizarla más exhaustivamente se realiza el check-list descrito en material y métodos. En él destacan tres situaciones penosas: trabajo con los brazos y codos a la altura de los hombros, giros de la muñeca desviación cubital y esfuerzos de la columna lumbar.

Los levantamientos de los brazos extendidos hacia el frente no exigen esfuerzos pero son muy repetitivos y suponen un estrés tanto para la articulación del hombro como para la zona lumbar.

La muñeca, al manipular las bielas. Y para el desmontaje y montaje de frenos pasadores tuercas y contratueras realiza giros, con la mano situada en desviación cubital. Igualmente al desmontar frenos tuercas y contratueras, pasadores, retenes, etc de las bielas se producen desviaciones cubitales, estas bielas tienen un largo de 850mm. Una sección de 70mm y un peso de 13,800 kgr, lo que provoca agarres en pinza o aumento del esfuerzo al desmontaje y montaje y necesario para su manipulación lo que se hace necesario el uso de guantes de cuero por parte de los obreros.

Los esfuerzos de columna vertebral han sido estudiados más meticulosamente. Para ello se ha partido del modelo biomecánico que considera la articulación intervertebral L5/S1 como el fulcro de una palanca de primer género.

En dicho modelo la apófisis espinosa de la vértebra se considera el brazo de potencia y la longitud de la mano a la articulación lumbo-sacra el brazo de resistencia. Considerando que la

apófisis espinosa mide 5 cm, y que cuando se trabaja con el brazo extendido la longitud mano-columna vertebral es de unos 60 cm, conociendo el peso de las bielas se calcula la fuerza que debe ejercer la musculatura retrasomática para sostenerlas y la fuerza total que soporta el disco intervertebral en L5/S1.

Biela vía 1: peso de la biela 13,800 Kgr. Peso total en L5/S1 = 188,90 Kgr.

Biela vía 2 " " " " " " " " " " " " " " " "

Para simplificar los cálculos no se han tenido en cuenta el peso del tronco y la fuerza extra que se requiere para mantener en ciertos momentos una ligera flexión de la columna vertebral.

MEJORAS ERGONÓMICAS

Labor de montaje y montaje de bielas:

Se propone la fabricación de tarimas elevadoras al fin de que la altura de la biela ya que el trabajo es en posición de pie poder regular la posición del cuerpo con respecto de la biela del boje al introducir esta mejora la los brazos disminuirían en altura y disminuirían los ítems que componen la carga física.

RUIDO

Se sugiere utilizar placas fonoabsorbentes de espuma blanda de poliuretano con base poliéster de poro abierto y estructura piramidal. Estas consiguen una disminución del nivel de ruido tanto por absorción directa como por la reducción de los tiempos de reverberación. Las placas pueden instalarse tapizando las paredes de la cochera/taller y adheridas a las paredes de túneles de acceso de entrada a fosos por donde acceden los trenes este túnel es la mayor fuente de ruido en la cochera/taller.

PESO DE LAS BIELAS

Se propone como solución al mismo, la fabricación del mismo modelo de biela en duraluminio con la resistencia caculada para la carga de trabajo.

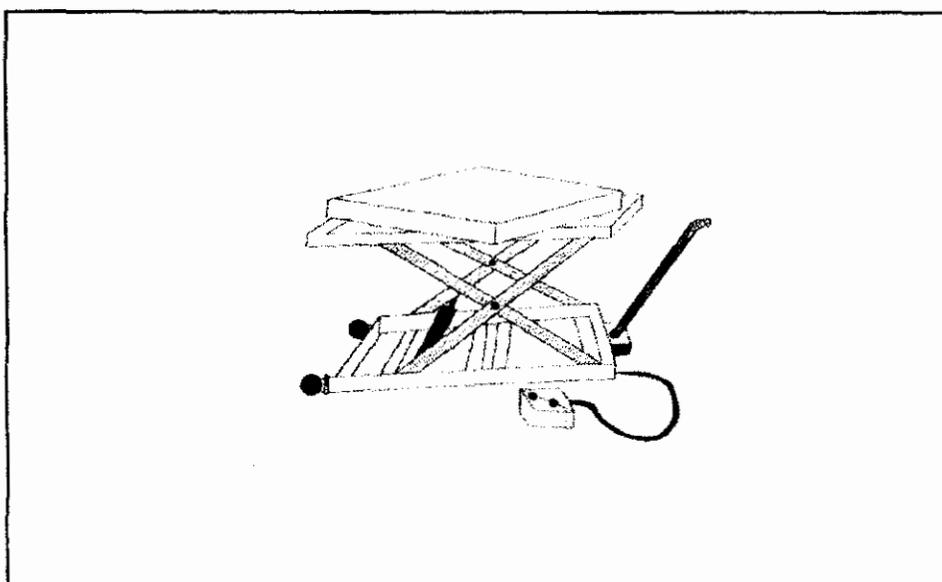
Esta mejora evitaría algunas de las tensiones en las manos ya que su peso descendería considerablemente.

CARRO TRANSPALE

Se propone para evitar los factores de riesgo al desmontar y montar las bielas y dejarlas en el carro y evitar las torsiones e inclinaciones de tronco manipulando las bielas.

La compra de mesas elevadoras con plataforma giratoria.

Figura 48



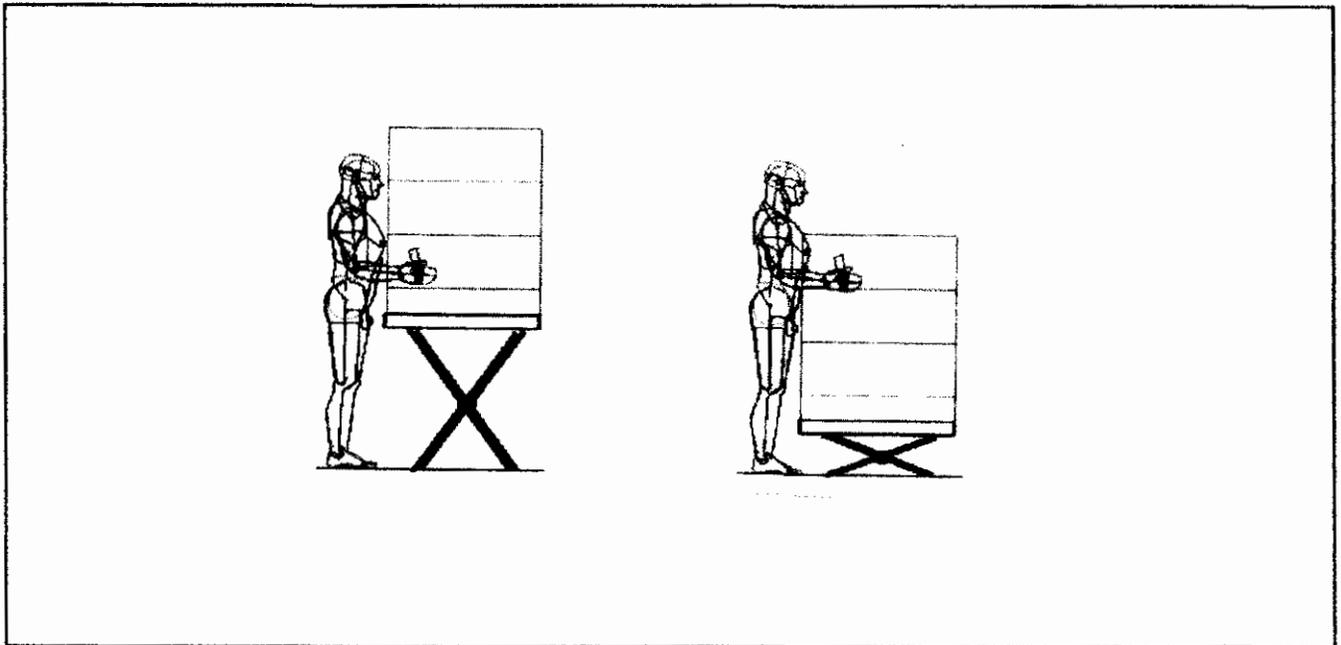


Figura 49

HERRAMIENTAS

Se hace hincapié en la forma adecuada de agarrar las herramientas en las tareas de montaje y desmontaje de las bielas y de apriete de tuercas y contratuercas para eliminar las posturas estresantes detectadas.

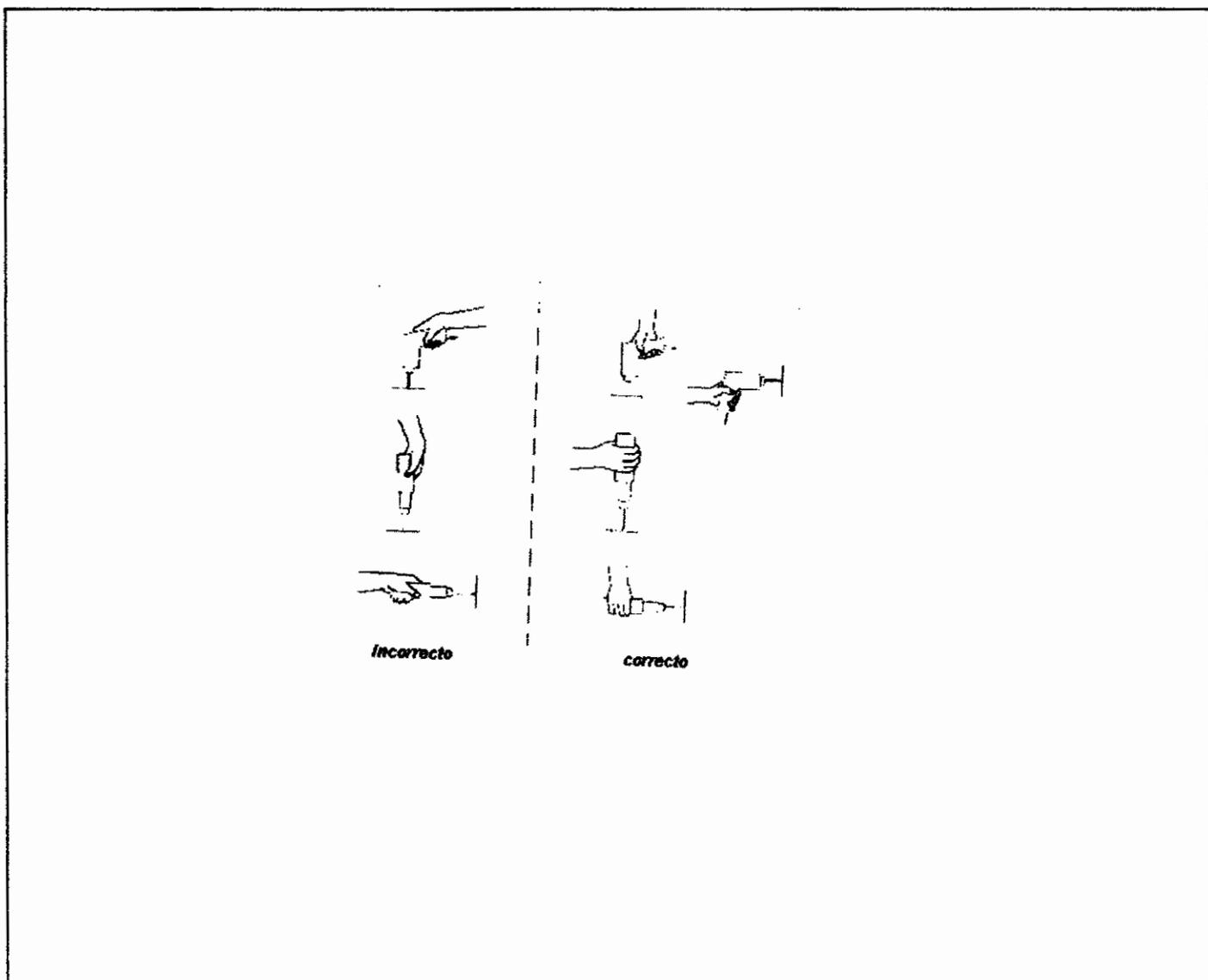


Figura 50

**BIRCHAM
INTERNATIONAL
UNIVERSITY**

TITULO DEL PROYECTO:

**ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA Y METODOLOGÍA
DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE PUESTOS DE TRABAJO**

Alumno.: Jenaro Romero Pastor D.N.I.: 549611-A

**PROYECTO PARA OPTAR AL GRADO DE EXPERTO UNIVERSITARIO EN
ERGONOMÍA Y PSICOLOGÍA APLICADA**

**“POR LA PRESENTE JURO QUE SOY EL ÚNICO AUTOR DEL PRESENTE
PROYECTO Y QUE SU CONTENIDO ES CONSECUENCIA DE MI TRABAJO
E INVESTIGACIÓN ACADÉMICA”**

Firmado.: Jenaro ROMERO PASTOR

En Madrid a 28 de Junio 2002

INDICE

Bibliografía.....	pag. 2
Sinopsis.....	pag. 3
Introducción.....	pag. 4-6
Ergonomía y psicología aplicada.....	pag. 7-11
Metodología de evaluación ergonómica de puestos de trabajo.....	pag. 12-90
Aplicación del método renault.....	pag 91-108

BIBLIOGRAFÍA

SUFFOLK UNIVERSITY. " Ergonomía y psicología aplicada" Tema II Tomo 4

MARTÍN ZURIMENDI, M: " Apuntes de ergonomía", Ergogroup

ROMERO PASTOR, J." Estudio Ergonómico para M. Madrid ,S.A

MANUEL GUTIERREZ, J." Ergonomía y psicología en la empresa".

CISSPRAXIS, Valencia, 2001

LLANEZA ÁLVAREZ, J." Ergonomía y psicología Aplicada. Manual para la formación del especialista". LEX NOVA, Valladolid, 2002

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD." Colombia- Ergonomía." 2002.

SUFFOLK UNIVERSITY," Exámenes y practicas de evaluación para AUDITOR en prevención de riesgos laborales" Madrid 2002

VECTRA 2.0 Programa de Software evaluación ergonómica

Método Renault Programa de Software de evaluación ergonómica

SINOPSIS

En el punto uno se realiza la introducción en la apreciación empresarial anterior y posterior a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y de su importancia en el campo empresarial así como de la ergonomía y psicología aplicada en lo concerniente a la evaluación de riesgos laborales en el entorno empresarial.

En el punto dos se realiza una exposición teórica de la ergonomía y psicología aplicada y su metodología.

En el punto tres se expone la metodología de evaluación de puestos de trabajo por el método Renault. El punto 4 expone la aplicación del Método Renault en el diseño ergonómico de puestos de trabajo. La finalidad que se persigue con el proyecto además de cumplir con el requisito académico, aportar unos razonamientos de evaluación ergonómica para concienciar de la importancia de la evaluación de prevención de riesgos laborales en las empresas y el cumplimiento de la legislación.