

ERGONOMIA Y SU INCIDENCIA EN LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES *

Jorge Forcadas**

1— DEFINICION Y GENERALIDADES

Etimológicamente, Ergonomía proviene de los vocablos griegos Ergo (trabajo) y Gnomos (conocimiento), o sea que intenta identificar los estudios que se lleven a cabo acerca del trabajo. Es un neologismo creado por el Psicólogo inglés K.F. Murrell, en 1949, para distinguir un área de conocimientos generada en la década de los treinta en el Instituto Max Plank de Leipzig y que inicialmente se refería a la filosofía del trabajo, pero que ya en 1949 había trascendido de este marco para cubrir una cantidad de facetas que ameritaban una ampliación conceptual respecto a lo que inicialmente se había contemplado.

Resulta siempre difícil intentar dar una definición, necesariamente escueta, de una disciplina del saber humano. Sin embargo, para la Ergonomía existe una definición, universalmente aceptada y recientemente ratificada en el V Congreso Mundial de Ergonomía, celebrado en Wageningen, Países Bajos, en mayo de 1979, tal definición reza:

“La Ergonomía es una ciencia que estudia y optimiza los sistemas hombre - máquina, buscando la adaptación de la máquina al hombre, preservando a éste en su salud y dignidad y, dados estos supuestos, buscando la máxima eficiencia conjunta”.

Cabe destacar la densidad inevitable de ideas que se encierran en tan pocas palabras. Es relevante hacer hincapié en los siguientes conceptos:

1.1 La Ergonomía reivindica su condición de ciencia. Determinada corriente europea, pretendía definirla como una tecnología de análisis de los sistemas hombre - máquina. Dado que la tecnología es una aplicación de la ciencia que tiene un valor comercial, la Ergonomía quiere salirse de estos

límites, puesto que no siempre, puede ni debe ofrecer soluciones rentables, dentro del concepto clásico economicista que suele primar en el campo laboral.

1.2 Tiene como meta el estudio y optimización de los sistemas hombre - máquina naturalmente, el concepto sistema se utiliza aquí de la gama matemática - estructural, más vigente. O sea aquel conjunto de elementos interrelacionados por unas leyes de transformación y conectados por una cadena de procesos estímulo - respuesta que condicionan unos resultados o productos al proporcionárseles unos insumos. La historia nos muestra la ineficacia de tratamientos unilaterales. Al atender el aspecto mecánico - tecnológico del sistema (enfoque determinista del taylorismo), se deja por fuera el aporte humano en el hecho laboral. Pero al estudiar lo que en forma vaga y genérica se denominó “Factor Humano” (Relaciones Industriales, Relaciones Humanas), se olvidó la incidencia del hecho tecnológico mismo en el conductismo humano, en lo que se acaba de mencionar en cuanto a los estímulos - respuestas, en el antropomorfismo de la máquina, en la robotización del hombre, etc. La Ergonomía, pretende, por el contrario un estudio integral del sistema.

1.3 Al diseñar un puesto de trabajo, se están estableciendo unas condiciones de vida artificiales, en el caso más general nocivas en mayor o menor grado y que, en todo caso, difieren del ambiente natural para el cual el hombre ha sido creado. La Ergonomía reafirma el derecho que tiene el hombre a que su salud en el puesto de trabajo no sufra ninguna mengua. O sea que su derecho inalienable al trabajo no interfiera en otro derecho no menos inalienable: su integridad física y su dignidad personal.

* Ponencia presentada en: CONGRESO NACIONAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDICINA DEL TRABAJO, 13, Bogotá, noviembre 19 — 21, 1980.

** Ingeniero Industrial. Director Oficina de Planeación Universidad Nacional, Antioquia.

1.4 Como dice la definición, dadas las otras condiciones, se busca una eficiencia conjunta, que no necesariamente es coincidente con los supuestos clásicos de productividad. Dada la complejidad del estudio enunciado, de la integridad de análisis del sistema Hombre - máquina que cubre aspectos tan diversos es apenas lógico que la Ergonomía tenga como ciencias de apoyo, prácticamente todas las áreas de conocimiento humano. A destacar:

- Medicina
- Ingeniería
- Psicología
- Antropología
- Sociología
- Biología
- Teoría de Sistemas
- Etc.

2 — LA HISTORIA Y ESTUDIO DEL ESFUERZO HUMANO.

El esfuerzo humano va indefectiblemente unido al trabajo. Resulta evidente que trabajo y esfuerzo existen desde que el hombre es hombre. En los albores de la historia escrita se encuentran maravillosas obras constructivas, cuya ingeniería ha asombrado a la humanidad durante siglos. Los jardines colgantes de Babilonia, la muralla China, las pirámides de Egipto, las carreteras romanas, las severas catedrales góticas, las pirámides y templos de las civilizaciones precolombinas en América. Sin embargo, este asombro resulta netamente atenuado si se evalúa el costo humano que representarán. La aportación de física sangre en la erección de estos monumentos, hace dudar de su legitimidad. Las estructuras sociales que imperaban cuando se llevaron a cabo estas obras no propiciaban ninguna atención seria, ni mucho menos científica, al factor motoriz que las hizo realidad: el esfuerzo muscular humano.

La asignación de tareas, o se la exigencia de desarrollar determinada labor a cambio de una retribución en dinero o especie, se ha fijado históricamente de forma unilateral y en base a los criterios subjetivos del que tiene que aportar la retribución. Los precedentes más remotos, son precisamente en el sector de la construcción: "Y dijo el Faraón a los sobrestantes de las obras: de ninguna manera habréis ya de dar al pueblo, como antes, paja para que haga los ladrillos; que vayan ellos mismos a recogerla; y sin embargo, les exigiréis la misma cantidad de ladrillos que hasta ahora, sin disminuirles nada, pues están holgando" (Biblia, Exodo V, 7, 8).

Las condiciones de ignorar la capacidad humana

en relación al trabajo que se le exigía ha persistido hasta épocas muy recientes. Todas las reivindicaciones sociales del siglo pasado obligaron a estructurar bajo supuestos racionales el trabajo humano. Ello generó, a principios del presente siglo, la Administración Científica del Trabajo, creada, como síntesis de varios estudios precedentes, por Frederick Taylor. Sin embargo, el matiz fuertemente mecanicista del sistema, nunca fue aceptado ni por las bases sindicales, ni por un fuerte núcleo intelectual que veían en él un factor alienante, deshumanizador y robotizante para el hombre. También se combatió, desde un punto de vista científico, la ausencia de premisas fisiológicas, psicológicas, sociológicas y aún de Método Científico.

Como reacción a los principios que regulaban a la autodenominada Administración Científica, en el Instituto Max Plank de Leipzig y en la década de los años treinta, se inició una investigación que intentaba contestar a una pregunta que puede parecer trivial, pero que nunca se había formulado a nadie a los largo de centenares de siglos de historia: "¿Cómo afecta el trabajo al hombre?". Inicialmente, la respuesta se buscó en un campo estrictamente fisiológico, pero pronto los investigadores, no solamente en Alemania, sino en Suecia, Inglaterra y otros lugares de Europa donde se extendieron tempranamente las investigaciones, se dieron cuenta que la actividad laboral no solo afectaba el cuerpo del hombre, sino su mente y su perfil cultural. Tal circunstancia obligó a extender el campo investigativo a gran cantidad de otras áreas, empezándose a conformar la Ergonomía tal como la conocemos ahora.

En Estados Unidos y durante la última guerra mundial, se produjo un informe en la Armada de este país, donde se hacía patente la gran cantidad de artefactos bélicos inutilizados o perdidos por deficiente manejo humano. Se constituyó una comisión para estudiar el problema que produjo recomendaciones análogas a las que se conocían en Europa desde una década antes y que posiblemente no habían sido divulgadas en América. Así se gestó lo que, acabada la guerra, se conoció como una técnica convencional denominada Ingeniería Humana, nombre que afortunadamente ha sido olvidado y cancelado, siendo sustituido por el mucho más adecuado, con recia raigambre latina y mediterránea de Ergonomía. El desarrollo de la Ergonomía en los últimos treinta años ha sido espectacular y fructífero. Asignatura convencional en las Universidades europeas y americanas, con centros de investigación produciendo un volumen impresionante de información, con departamentos especializados en las más grandes empresas del mundo, con numerosas publicaciones periódicas e innumera-

bles libros, folletos, etc. y con cinco congresos mundiales, el último del cual en Wageningen (Países Bajos), agrupó a 145 especialistas de 65 países y de todos los continentes.

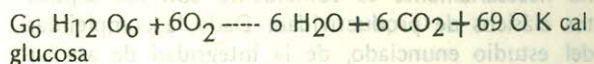
En Latinoamérica, existen investigaciones de gran trascendencia en Chile, Argentina y México. En Colombia cabe destacar las investigaciones de la Universidad del Cauca, de la Universidad Nacional y el relativamente reciente interés en el medio industrial. Como asignatura de pre-grado se imparte la Ergonomía en seis universidades colombianas y se estudia también en tres o cuatro postgrados en el país.

3— ENERGIA Y ESFUERZO

Pese a la necesidad, que se ha mencionado antes, de estudiar el sistema hombre-máquina de forma integral, dada la limitación de espacio y tiempo de que se dispone, apenas se pueden esbozar algunos aspectos de la Ergonomía en estos momentos. Dado así mismo, el contenido esencialmente manual y de alto esfuerzo físico de los trabajos de la construcción, como se comentará luego, se considera adecuado establecer algunos supuestos básicos en el campo de la energía y el esfuerzo, así como su correlativo corolario de asignación de tareas. En cuanto a generación de energía el hombre funciona como una máquina térmica. Ingiere un combustible (los alimentos) se procura un comburente (el oxígeno del aire) y en seno se produce una combustión que, como cualquier reacción de esta naturaleza, produce anhídrido carbónico, agua y se desprende abundante energía. Aunque sabemos de la unicidad de la energía, para seguir la metodología clásica en física teórica en cuanto a distinguir sus diferentes manifestaciones, se dice que en la combustión en el seno del hombre se genera energía química que se almacena en unos enlaces sicoenergéticos ATP (adenosintrifosfato) que se encuentran en los músculos y se libera, transformándose en energía mecánica cuando las circunstancias externas lo requieren.

En el proceso de digestión se producen unas reacciones de síntesis a partir de los alimentos ingeridos que dan como resultado final glucosa que es el material propiamente combustible. Este proceso de síntesis es posible a partir de cualquier compuesto químico común en la alimentación y que, como es sabido, suelen clasificarse en tres grandes grupos: proteínas, grasas y carbohidratos. Sin embargo, desde un punto de vista estrictamente energético, es preferible que la materia prima para sintetizar la glucosa sea carbohidratos. De ahí la gran importancia que adquiere la política cerealística mundial (los grandes aportadores de carbohidratos) y la presencia, en las dietas indivi-

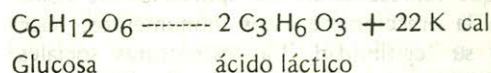
duales de cereales. La reacción química de combustión a nivel humano es:



Tal reacción se llama aerobia, o sea con suficiente oxígeno. No siempre sucede esto. Hay por lo menos dos casos en los cuales se presenta déficit de oxígeno:

a) Cuando el esfuerzo requerido es superior a la capacidad física del individuo. Como se verá inmediatamente, el oxígeno se relaciona directamente con la energía desarrollada, si esta, la energía, requiere un caudal de oxígeno superior a la capacidad de inhalación del individuo, se produce un déficit.

b) Cuando se efectúa el llamado esfuerzo estático. O sea en el caso que en Física Teórica, se denominaría de energía potencial. Ejemplo clásico de esfuerzo estático es el de sostener un peso y, sin llegar a la total inmovilidad, remover un elemento de alta viscosidad. En ambos ejemplos, se produce contracciones prolongadas musculares y no hay una suficiente activación cardíaca (que se produce por la contracción y relajación viva de los músculos), y, por ende, no llega la suficiente hemoglobina portadora de oxígeno a los centros del esfuerzo. Por sus características nocivas, el esfuerzo estático debiera ser eliminado en las actividades laborales. Cuando se produce este déficit de oxígeno, la reacción química se llama anaerobia y la descomposición de la glucosa es por fermentación:



Además de una generación de energía, mucho menor, en las fermentaciones aparece el temible ácido láctico que es un veneno para los músculos, produciendo fuertes dolores (agujetas). Para los casos aeróbicos, se puede establecer una relación estequiométrica que, pese a su simplicidad, tiene una importancia extraordinaria en el estudio energético del trabajo. En efecto, recordando que un mol normal a presión y temperaturas normales ocupa 22,4 l. tenemos:

$$\frac{600 \text{ K cal}}{22,4 \text{ l } O_2/\text{mol} \times 6 \text{ mol}} = \frac{5,1 \text{ K cal}}{CO_2}$$

Tal relación nos indica que cuando una persona inhala un litro de oxígeno puede desarrollar de forma plausible (o sea en trabajo aeróbico), un trabajo que requiera 5,1 K cal. Para tener ideas de orden de mag-

nitud, se puede anotar que un varón joven y bien constituido físicamente, puede alcanzar capacidades aeróbicas (o sea de inhalación de oxígeno), del orden de: 5 C O₂/min. Por lo tanto podrá efectuar tareas que requieran:

$$5,1 \frac{\text{K cal}}{\text{CO}_2} \times 5 \text{ C O}_2/\text{min.} = \frac{25,5 \text{ K cal.}}{\text{min.}}$$

Como se verá posteriormente, un requerimiento energético de esta magnitud es muy alto. Un paso adicional lo constituye relacionar la energía química humana con la energía mecánica externa que se desarrolla. Naturalmente, no es válido aquí el equivalente mecánico del calor que se conoce en física:

$$1 \text{ K cal} \approx 426.8 \text{ Kgm.}$$

Las razones son muchas y a las estrictamente termodinámicas, deben añadirse varias biológicas. Entre estas últimas, las más importantes son las relacionadas con las características del esfuerzo que se está efectuando. Así, como más contenido de esfuerzo estático tenga la tarea, menor será el rendimiento humano. Para dar ejemplos extremos, en labores de pala (cavando zanjas) o de remover mortero, en construcción, los rendimientos apenas alcanzan el 30/o o poco más (1 K cal : 13 kgm), mientras que en trabajos de mucha actividad muscular, o sea dinámicos como andar en terreno llano e ir en bicicleta el rendimiento sube hasta el 30/o 1 K cal: 128 kgm.). Obsérvese, pese a todo, el que si el hombre trabaja en buenas condiciones, resulta una máquina térmica de excelente rendimiento, muy superior a cualquier caldera convencional.

La energía que genera la persona, debe cumplir varias funciones. Ello se puede expresar en una ecuación que los franceses, un poco pomposamente, pero con justeza, llaman de "vie ou mort" (de vida o muerte):

$$E_m = E_b + E_e + E_l$$

Siendo:

E_m = Energía metabólica generada por una persona al día.

E_b = Energía basal, requerida para los procesos de supervivencia, (corazón, riñón, hígado, aparato respiratorio, etc.), por día.

E_e = Energía extralaboral que se requiere para

llevar a cabo todas las actividades que no constituyen trabajo en las horas libres del día (transporte del domicilio al trabajo, deportes, cultivos domésticos, etc.).

E_l = Energía laboral, que se libera para vencer las resistencias mecánicas en los puestos de trabajo.

La energía basal, es función del sexo, edad, talla y peso de las personas. Las dos últimas variables se suelen unir en una sola, la superficie humana, parámetro antropométrico muy interesante, ya que juega un gran papel en varios fenómenos, especialmente destacables los de transferencia de calor.

Esta energía es relativamente fácil de estimar; en Colombia el hombre promedio suele requerir 1500 Kcal/día, para su metabolismo basal. La mujer promedio 1300 Kcal/día. En la tabla 1 se observan algunos valores, calculados a partir de las tablas fisiológicas de Boothby, Berkson y Dunn, universalmente aceptadas para personas sanas.

La energía extralaboral, es muy difícil de estimar puesto que varía sustancialmente de una a otra persona en función de sus actividades en los períodos libres. En ella adquiere gran importancia, especialmente en las grandes urbes, el transporte público del hogar al lugar de trabajo, el cual puede llegar a suponer horas de postura incómoda que requiere una cantidad apreciable de energía. Los casos extremos serían el de la persona sedentaria que vive a muy poca distancia del lugar a donde trabaja contra el trabajador que que debe transportarse durante una hora o más, en dos buses en horas punta y adicionalmente, lleva a cabo alguna actividad extra (cultivo casero o pluri empleo). Entre los extremos anteriores puede existir una diferencia de bastante energía. El primero puede suponer del orden de las 330 K cal y el segundo ascender hasta 700 K cal. Vista la imposibilidad de generalizar o calcular individualmente, se suele admitir como valor tentativo plausible, el de 400 K cal/día, casi siempre el empleado a efectos de cálculo.

Finalmente, la estimación de la energía laboral es uno de los fines de la Ergonomía. Existen muchos sistemas entre los cuales podemos destacar:

- | | |
|------------|---------------------------|
| Directos | — Volumen O ₂ |
| | — Frecuencia cardíaca |
| Estimación | |
| E_1 | — Tablas generales |
| Indirectos | — Actividades específicas |
| | — Modelos matemáticos |

TABLA 1

		HOMBRE - TALLA (CM/)						MUJER - TALLA (Cm.)					
		150		160		175		145		155		165	
		Peso	(Kg.)	Peso	(Kg.)	Peso	(Kg.)	Peso	(Kg.)	Peso	(kg.)	Peso	(Kg.)
		50	60	60	75	75	90	40	50	50	62	60	73
Edad años	Super m ²	1.43	1.55	1.62	1.78	1.90	2.06	1.27	1.40	1.47	1.61	1.66	1.80
20		1.412	1.530	1.600	1.757	1.876	2.033	1.103	1.216	1.276	1.398	1.441	1.56
30		1.350	1.463	1.530	1.680	1.794	1.945	1.088	1.200	1.260	1.380	1.425	1.54
40		1.304	1.414	1.477	1.623	1.733	1.880	1.080	1.190	1.250	1.365	1.410	1.53
50		1.260	1.366	1.428	1.569	1.675	1.816	1.035	1.141	1.200	1.312	1.353	1.46
60		1.218	1.320	1.380	1.516	1.618	1.754	994	1.096	1.150	1.260	1.300	1.40
70		1.194	1.295	1.353	1.487	1.587	1.720	985	1.085	1.140	1.248	1.287	1.39

Valores calculados a partir de la tabla de Boothby, Berkson y Dunn.

Posiblemente los métodos directos son los más confiables. Se basan en medir la energía que genera una persona en el mismo puesto de trabajo. Los métodos industriales más usuales son el detectar el volumen de oxígeno consumido, mediante una bolsa de Douglas y un analizador de gases. Precisamente este método es muy utilizado en construcción. Otro sistema consiste en registrar las variaciones de frecuencia cardíaca que se producen en la labor (sistema Roth). Ello nos permite calcular fácilmente la energía que se está liberando en cada momento. Los sistemas indirectos, aprovechan el cúmulo de investigaciones llevadas a cabo en laboratorio o industria y extraen de ella valores promedio y umbrales generales, que se aplican sin medición a casos reales. Naturalmente, a esta metodología se podría atacar como determinista, por una parte, el gran error en el que no quiere incurrir la Ergonomía, y por otra parte, como inaplicable al medio colombiano, dado que las investigaciones se han llevado a cabo en lugares geográficos muy distantes de nuestro país, Alemania, Suecia, Estados Unidos, etc. Algo o mucho de verdad existe en estos argumentos; sin embargo también pueden decirse muchas cosas convincentes a su favor. En primer lugar, una hipótesis no plenamente comprobada a nivel científico, pero no desmentida tampoco, es la de que el hombre, como máquina térmica, funciona de forma asombrosamente similar con independencia del grupo étnico-cultural al cual pertenece y al lugar geográfico donde se encuentre. Esto tiende a validar la idea cada

vez más fundamentada acerca de la unicidad de la raza humana y entierra definitivamente las teorías pseudo-científicas de sabor netamente nazista que pretendían la existencia de razas superiores.

Otro argumento a favor es el de que cuando las observaciones sobre terreno se dificultan por carencia de recursos de cualquier índole, como puede ser el caso colombiano, resulta preferible hacer una estimación racional de la energía que requiere el trabajador que no hacer ninguna.

En el presente documento nos ocupamos de los índices existentes y aplicables a la industria de la construcción, para las actividades comunes que en ella se llevan. Ello puede lograrse a través de investigaciones llevadas a cabo específicamente en oficios de construcción, como también por medio de tablas generales. Finalmente se debe justificar el espectacular nombre de ecuación de vida o muerte, dada la ecuación establecida más arriba. En efecto, la energía metabólica que genera una persona puede ser mayor, igual o menor que los requerimientos de su energía basal, extralaboral y laboral. Solo en el caso de igualdad existe un funcionamiento fisiológico perfecto. Cuando es mayor (sobrealimentación), se presentan problemas de obesidad, hipertensión y fallas cardíacas que pueden ocasionar la muerte. Si es menor (subalimentación), se produce desgaste progresivo del organismo, fatiga acumulada, gasto de las reservas energéticas, acortamiento de la vida en general.

Obviamente, en el medio colombiano, donde las condiciones de alimentación son precarias, se presenta mucho más el segundo caso que el primero. Las estadísticas más recientes muestran que el consumo promedio de energéticos en Colombia no alcanza las 2.500 K cal/día y habitante. Un trabajador de la construcción puede perfectamente requerir 3.800 o 4.000 K cal/día.

Si asumimos que su alimentación es superior al promedio, o sea que ingiere del orden de 2.800 K cal/día, cosa que dada la extracción social baja, común del trabajador de la construcción, es por lo menos dudoso que alcance, presenta un déficit de 1.000 K cal/día. Este déficit debe ir cargado íntegramente a la energía laboral, puesto que los mecanismos basales no pueden reducirse ni tampoco los extralaborales. Considerando que su energía basal es de 1.500 K cal/día y la extralaboral 400 K cal/día, puede aportar al trabajo apenas 900 K cal de las 1.900 K cal que serían necesarias. Por lo tanto a este trabajador no se le puede exigir un rendimiento superior al 50o/o.

4. EL ESFUERZO EN LA CONSTRUCCION.

4.1. Generalidades.

Los futurólogos han profetizado muchas veces que el esfuerzo humano sería desterrado en los medios de producción. Se describe con lujo de detalles un futuro, donde las fábricas, obras, lugares de trabajo, son asépticos sitios por donde deambulan impolutas personas cuya única labor consiste en vigilar controles y apretar algún botón de vez en cuando.

Cada vez que se descubre una nueva fuente de energía, el entusiasmo de los videntes se incrementa. Así sucedió cuando se descubrió el vapor, el motor de combustión, la electricidad, la energía nuclear, etc. Sin embargo, de todo ello hace ya muchos años y el esfuerzo humano como medio productivo sigue siendo la fuente de energía más importante en la industria, aún en los países desarrollados.

Pero más patente resulta aún en países subdesarrollados, donde seguimos contemplando los cortadores de caña, los recolectores de café o algodón, los mineros, los trabajadores siderúrgicos o los obreros de la construcción, trabajando en condiciones muy similares a las que sufrieron sus ancestros que construyeron las murallas incas o levantaron las pirámides mayas.

Paradójicamente, sencillos cálculos indican que el motor de sangre humana, es uno de los menos rentables que existen. Cualquier elemental y barata mecanización industrial, reemplaza varias unidades huma-

nas de mano de obra. Una carretilla bien diseñada, o una vagoneta, pueden eliminar cuatro trabajadores en el transporte de cargas. Debido a ello, puede parecer absurdo el que se insista en que emplear el esfuerzo humano como energía motriz. Sin embargo, las cosas no son tan sencillas ni admiten soluciones simplistas. Las estructuras socio-económicas condicionan situaciones de las cuales es difícil salirse.

Resultaría demasiado trivial el que se intentara resolver el problema del esfuerzo humano mediante progresivas automatizaciones. Especialmente en países como Colombia, de economía subsidiaria, donde las tecnologías son importadas, una mecanización de cualquier proceso, que implique desplazamiento de mano de obra supone una muy reducida retribución y el deterioro del problema social más agudo al que se enfrentan tales países: el desempleo. Tal circunstancia puede explicar el poco desarrollo tecnológico de algunos sectores, entre ellos el de construcción, en los cuales las modernas masificaciones productivas y la automatización, son exóticas y se siguen empleando preferentemente los métodos manuales. Curiosamente, en este aspecto coinciden los intereses del capital y de los trabajadores. El primero no está muy inclinado a efectuar fuertes inversiones en equipos y maquinarias altamente tecnificadas, que adicionalmente requieren personal de manejo muy especializado y de capacitación difícil. El trabajo rechaza de forma instintiva e histórica cualquier máquina que desplace mano de obra, atente contra su estabilidad en el mercado laboral y agrave la situación económica de la clase proletaria.

Todos los factores genéricos anotados antes se añaden a otros específicos que aparecen en la industria de la construcción (algún otro sector presenta características similares, como en los ingenios, cortadores de caña, por ejemplo). En primer lugar, los contratos a los trabajadores son a término fijo, por el tiempo de duración de la obra. Ello proporciona inestabilidad y tensión psicológica, especialmente hacia el final del contrato, que redunde en su labor y seguridad de forma negativa. Para trabajadores calificados, la situación puede ser peor, ya que en una construcción sus funciones no tienen una continuidad en el tiempo y, por lo tanto, deben buscar otra para no quedar cesantes durante un largo lapso. El sistema laboral suele ser de subcontratación, o sea que no existe una relación jurídica directa con la compañía constructora sino con intermediarios menores, con salarios mínimos, poca estabilidad y escasas garantías sociales, aunque de un modo tan teórico como inoperante, la ley los proteja.

Generalmente se exige que el trabajador de esta

industria aporte sus herramientas de trabajo, lo que implica para él una notable inversión que reduce su salario, disminuyendo su rendimiento laboral por la dificultad de renovar y dar mantenimiento adecuado a su equipo. También se aumenta la posibilidad de accidentes y la fatiga física, por el uso de herramientas inadecuadas. Como resumen, el cuadro que presenta el obrero de la construcción no puede ser más desolador: sujeto a tareas de alto esfuerzo físico, en condiciones climáticas inclementes, con salarios muy bajos, faltos de protección social y sin acceso a la educación convencional. Generalmente con vivienda antihigiénica, mal alimentados, con problemas familiares y sociales que se generan en el submundo donde viven y sin un mañana que le prometa un alivio a su situación.

En una introducción que el autor de estas líneas hacía en un trabajo investigativo sobre construcción hace apenas unos meses, se exponían opiniones en la misma línea de ideas que las que ahora se expresan. Algunos párrafos que, naturalmente, conservan toda su vigencia, merecen la pena de ser reproducidos:

"...prefiero resaltar y agradecerles (a los autores de la investigación) el que hayan hecho enfocar mi atención, así como el de los eventuales lectores, hacia este gremio, sufrido, desprotegido y desesperanzado, como es el del obrero de la construcción". Y más adelante: "El cuadro que se nos presenta acerca de las condiciones tanto de trabajo como socioeconómicas de estos obreros, es todo un llamado a la conciencia colectiva. Las profusas ilustraciones que contiene el trabajo, nos muestran objetivamente una realidad que acabamos por no ver a fuerza de tenerla delante de los ojos. Ojalá pudiera haber una suficiente divulgación de este tipo de estudios para que alcanzaran a ser oídos en los núcleos donde estas situaciones podrían y deberían ser enmendadas". Esperemos que el deseo que se expresa en los párrafos precedentes vaya cristalizando y las reuniones como las que hoy protagonizamos, constituyan el germen de algo que tienda a humanizar unas labores de las cuales, hoy día, y nosotros los técnicos, tenemos buenas razones para avergonzarnos.

4.2. Energía del Andar.

La actividad andar, común a cualquier persona, presente en toda actividad industrial y especialmente importante en la construcción, ha sido sumamente estudiada, tanto desde un punto de vista teórico, como empírico. Una fórmula universalmente aceptada para la energía requerida al andar es la de Ralston:

$$E_a = P (29 + 0,0053 V^2)$$

Siendo:

E_a = Energía requerida para andar (comprende metabolismo basal) en cal / min.

P = Peso del individuo en Kg.

V = Velocidad de marcha en m/min.

Obsérvese que la energía es directamente proporcional al peso de la persona y aumenta según el cuadrado de la velocidad que desarrolla. Curiosamente, por lo menos aparentemente, resulta independiente de la talla.

Tan importante como el anterior valor, es el relativo, o sea la energía que se requiere para transportar un kilogramo a un metro de distancia, expresión que se obtiene al dividir la anterior por P y V ;

$$E_{ra} = \frac{E_a}{PV} = \frac{29}{V} + 0,0053 V;$$

E_{ra} = Energía relativa del andar en cal/kg.

Minimizando la anterior ecuación, o sea buscando aquella velocidad que suponga la menor energía por kilogramo transportador a un metro de distancia, se obtiene: $V_0 = 74$ m/min. que representan 4,44 km/hora y que representaría la velocidad a que debería desplazarse una persona para obtener la máxima eficiencia biológica.

Un análisis a la sensibilidad de la función E_{ra} , indica que se trata de una curva muy aplastada en las vecindades del mínimo, lo que implica que se puede indicar como velocidad óptima, cualquier valor comprendido entre los 4 y los 5,5 km/hora. Para una persona de 65 kgr. andando a la velocidad óptima, la energía será:

$$E_a = 65 (29 + 0,0053 \times 74^2) = 3.770 \text{ cal/min.}$$

3,77 k cal/min.

La energía relativa será:

$$E_{ra} = \frac{3.770 \text{ cal/min}}{65 \text{ kg} \times 74 \text{ m/min}} = 0,784 \frac{\text{cal}}{\text{Kg.m}}$$

Los problemas prácticos que se generan en la práctica, suelen solucionarse determinando la distancia que debe recorrer el trabajador, fijando una veloci-

dad (dentro del rango óptimo cualquiera es válido) y aplicando la fórmula anterior.

Las expresiones de energía son válidas para camino llano, liso, calzado adecuado. Para otro tipo de caminos deben emplearse correcciones:

	Factor
- Camino de hierba	1,2
- Rastrojos, suelo cubierto de agujas de pino	1,4
- Terreno enfangado, arenales	1,6
- Terreno arcilloso, profundamente arado y rastrellado	2,2

4.3. Transportar carga a espalda

El hombre resulta un deficiente transportador de cargas. La energía que requiere para ello resulta sumamente alta y su producción muy reducida. La velocidad de marcha recomendada es ligeramente inferior a la de andar sin carga. Para caminos llanos y sólidos, la energía que se requiere viene expresada en la tabla 2. Para los valores referenciados deben hacerse varias precisiones:

4.3.1. La densidad del material se supone igual o superior que la del agua. Para materiales de densidades inferiores, que implican gran volumen, se generan problemas de equilibrio en el trabajador, que hace subir ligeramente los valores de la tabla.

4.3.2. Su supone que los agarres del material son muy buenos y que éste se encuentra simétrico y sólidamente colocado en la espalda.

4.3.3. No se tiene en cuenta la energía de carga y descarga que genera problemas adicionales que contemplaremos posteriormente.

TABLA 2

Carga Kg.	Velocidad Km/h.	Energía K cal/min.	Energía relativa cal/Kgm.
10	4.0	3.6	5.40
30	4.0	5.3	2.65
50	4.0	8.1	2.43
75	3.5	11.7	2.67
100	3.0	15.0	3.00

Obsérvese que en la última columna de la tabla 2, se calcula la energía relativa, o sea la requerida por kilogramo transportado a un metro de distancia. Para pequeñas cargas (10 kg.) el esfuerzo es muy ineficiente, puesto que para efectuar un kilogrametro, se requieren 5,4 calorías. A partir de 30 Kg. la energía relativa se vuelve casi constante presentando de todas formas un mínimo a los 50 kg. que, por lo tanto, sería el óptimo de carga para un trabajador. Sin embargo, esta afirmación tiene muchas salvedades.

Determinar la carga adecuada que debe transportar un trabajador será función de los problemas que presenta la carga y descarga (altura que debe salvarse y forma de depositar el material en su punto de destino), de la densidad del material, de su empaque o facilidad de agarre, de su densidad, pero, por encima de todo, de las capacidades físicas del trabajador directamente relacionada, como ya se ha dicho, con la capacidad aeróbica del mismo. En principio, asumiendo buena contextura física del trabajador y buena alimentación, la carga entre 50 y 60 Kg. sería la aconsejable. El consumo de energía hasta 40 Kg. de carga es un 100/o menos haciendo el trabajo con las dos manos que transportando en la espalda. Con la pértiga sobre los hombros y la carga simétricamente repartida, esta economía llega a ser del 200/o.

Para hacer patente la ineficiencia de la operación de transporte de carga, sólo hay que ver que un trabajador cuya única misión fuera transportar a la espalda material entre dos puntos separados por 100 m. en terreno bueno y horizontal, podría trasladar 3.800 Kg. en jornada de 8 horas, cargando 50 Kg. por viaje. Intuitivamente esto se ve que se trata de una labor pesada y, pese a ello, supone apenas una potencia media de 0,18 C.V., o sea que este notable esfuerzo humano podría ser sustituido por un motor casi de juguete.

4.4. Transporte por carretilla o vagoneta

Apenas la pequeña automatización que supone el empleo de carretillas en el transporte de cargas, representa un incremento de efectividad del trabajo humano muy alto, y según el tipo de carretilla, también una comodidad y protección fisiológica para el trabajador.

La carretilla convencional, muy utilizada en la construcción, de una rueda de madera y llanta de hierro, si bien mejora el transporte manual, presenta inconvenientes, especialmente por la inclinación que requiere de la espalda bastante acentuada. Adicionalmente los momentos torsores que se presentan, le quitan efectividad y afectan a la columna vertebral. la ventaja de carretillas (o vagonetas) que presenten un

diagrama de fuerzas en el cual la resultante pase por el punto de aplicación, reside en que el trabajador sólo debe vencer la fuerza generada en los puntos de contactos de la rueda con el piso, debido al fenómeno de la fricción. Como es sabido, el coeficiente de fricción entre dos sólidos en contacto es tanto menor cuanto mayor sea la lisura de los mismos. Debido a ello, muchas carretillas, incluso las de diseño antiguo, se construían con llanta de hierro pulido. Sin embargo, si el piso no tiene análogas condiciones de pulimento (cosa que sí sucede con los railes en las vagonetas), la llanta de hierro puede llegar a ser nociva. En industria y más en construcción los pisos no suelen ser ningún prodigio de lisura y los inconvenientes de ruido, vibraciones y atascos, compensan sobradamente las eventuales ventajas.

Las investigaciones al respecto, entre las que cabe destacar las de Hansson y Nilsson, han conducido al diseño de carretillas muy eficientes que se han impuesto en casi todo el mundo. Sus características esenciales son:

- Ruedas laterales de gran diámetro: 55-60 Cms.
- Llantas de goma hinchadas a presión, 4 Kg./Cm².
- Gran capacidad de carga. Para materiales de densidad igual o superior al del agua, se puede cargar 150 Kg. con fuerzas de tracción del orden de los 15 a los 17 Kg.
- Agarraderas altas, graduables y calculables antropométricamente.
- Gran estabilidad, con apoyos traseros que dejan las agarraderas muy poco más bajas que en la posición de trabajo.

En las carretillas descritas se recomiendan velocidades iguales o aun ligeramente superiores a las de andar sin carga. Ello se explica por la ventaja que supone eliminar problemas de equilibrio al ampliar sustancialmente la base de sustentación.

En la tabla 3 se referencian los diversos valores de energía, tanto absoluta como relativa que se requiere para distintos transportes y pisos. Obsérvese que es más favorable empujar vagonetas que halarlas. También como aumenta notablemente el valor de la energía cuando la vagoneta no se desliza sobre rieles. La energía relativa del trabajo en carretilla es más favorable que el de las vagonetas si la carretilla va a tope (obsérvese que es muy desfavorable cargarla con 57 Kg.), pero la posibilidad de transportar mucha carga

de una vez es menor. También puede destacarse que el valor menor de energía relativa se encuentra en carretilla con llanta de hierro, pero se pierde toda efectividad si el pavimento no es liso. Finalmente cabe anotar que cualquiera de estos valores resulta netamente inferior a los que se plasmaron en la tabla 2. Hasta 6 veces inferiores. Ello implica que el mismo hipotético trabajador que se ejemplificó en el numeral anterior y que transportaba 3.800 Kg. a 100 metros de distancia en 8 horas, si empleara carretilla con llanta de goma podría haber transportado 13.500 Kg. a la misma distancia y en el mismo tiempo. La potencia promedio que esta tarea supone, asciende a 0,65 C.V. La gran limitación de las carretillas es su absoluta ineficiencia para salvar desniveles. El gasto de energía sube a un ritmo excepcional en relación a la pendiente que debe salvarse.

4.5. Subida de escaleras y planos inclinados

Si el hombre resulta ineficiente en el transporte de cargas en camino llano, todavía lo es más cuando tiene que subir. Los requerimientos de energía aumentan de tal forma en relación con la pendiente que las posibilidades de una continuidad en esta actividad se reducen notablemente. En la tabla 4 se muestran algunos valores de energía requeridos para salvar desniveles. Principalmente la subida de escaleras, con carga o sin ella, es uno de los trabajos más pesados y que requiere más tiempo de recuperación. Los valores que en la tabla 4 se refieren a la escalera óptima, se suponen correspondientes a un diseño de la misma, así mismo óptimo, en los peldaños, la huella de 20 Cm. y la contra-huella de 17 Cm. que supone una inclinación cercana a los 30,5°. Puede observarse que el ascenso por planos inclinados es mucho más plausible que el de las escaleras, siempre y cuando la pendiente no sea muy pronunciada. Raramente se justifican planos inclinados de pendiente superior a los 10°. Obsérvese que los valores de energía absoluta y relativos con inclinaciones de 25° son del mismo orden de magnitud que los de la escalera óptima. La plausibilidad en el empleo de planos inclinados está limitada por el espacio que ocupan. Por ejemplo, para salvar un desnivel de 17 m. se requeriría, con escalera óptima una distancia horizontal de 29 m. y con plano inclinado de 10° de pendiente, 96 m. Esta es la justificación práctica de las escaleras que permiten salvar desniveles acusados en muy poco espacio. Pero el esfuerzo resulta tan alto que, según una norma alemana de la R E F A, exige que se conceda al trabajador un tiempo de recuperación de fatiga, tres veces al que empleó en un ascenso por escalera. Si se aplica esta norma, el número de viajes por jornada que puede efectuar un trabajador aún se reduce más.

TABLA 3

Actividad	Carga Kg.	Fuerza empuje Kg.	Velocidad Km/hora	Tipo Piso	Kcal/Min.	Cal. Kgm.
Empujar Vagonetas	165	11.6	3.6	(1)	7.7	0.78
	230	16.1	3.6	(1)	10.6	0.77
	165	13.9	3.6	(2)	9.3	0.94
	230	19.3	3.6	(2)	12.8	0.93
Tirar Vagonetas	165	11.6	3.6	(1)	8.5	0.86
	230	16.1	3.6	(1)	10.9	0.79
	165	13.9	3.6	(2)	10.2	1.03
	230	19.3	3.6	(2)	13.1	0.95
Transportar en carretilla llanta hierro	57	4.6	4.5	(3)	4.0	0.94
	150	12.0	4.5	(3)	4.7	0.42
	150	15.0	4.5	(4)	8.8	0.78
Idem. goma	150	15.0	4.5	(3)	5.9	0.52
	150	15.0	4.5	(4)	7.0	0.62

- (1) Railes
 (2) Camino tierra
 (3) Llano adoquinado
 (4) Enlodado de gres

Tal como sucedía en el transporte de cargas en camino llano, la energía relativa resulta más favorable con unidades de cargas altas, del orden de 50 Kg. Sin embargo, la energía en su valor absoluto adquiere valores muy altos, especialmente en las escaleras del orden de las 27 K cal que son esfuerzos al alcance solamente de personas con buena constitución física, excelente entrenamiento y adecuada alimentación. Para escaleras de mano, los valores de energía relativa adquieren los valores máximos. Teóricamente, arroja índices algo más favorables de la inclinación de 70° . Con distancia entre peldaños de 12 cm.

Finalmente, la tabla da los valores de energía para descensos sin carga.

Un trabajador cuya única función fuera la de transportar materiales por escalera óptima de 20 m. de altura (unos 117 escalones), en cargas unitarias de 50 kg. y concediéndole descansos de tres veces el

tiempo de viaje, transportaría en una jornada de 8 horas, 1.650 Kg.

Si la elevación fuera por escalera manual, salvando 7 m. de altura (unos 41 peldaños), en cargas así mismo de 50 Kg. por viaje, también con descansos adecuados, transportaría 4.650 Kg. en jornada de 8 horas. En ambos casos el trabajo es muy similar, 33.000 Kgr. y 32.550 Kgr. respectivamente. Las potencias medias que este trabajo representa son irrisorias, no alcanzando el $1/50 \text{ C.V.}$, naturalmente debido a que el tiempo de trabajo real no alcanza a las 2 horas, en jornada de 8.

4.6. Elevación de cargas por torno

También las elementales mecanizaciones para la elevación de cargas, suponen notables incrementos en la eficiencia. Empleando un torno con manubrio, en trabajo que sigue siendo esencialmente manual, se consigue una neta suavización del esfuerzo humano y un aumento de la carga movilizada.

TABLA 4

Actividad	Pendiente	Carga Kg.	Velocidad ascenso o descenso m/min	K. Cal/min.	Cal. Kgm.
Subir por plano inclinado (1)	10°	0	7.24	4.9	—
	10°	20	7.24	6.1	7.32
	10°	50	7.24	9.2	4.42
	16°	0	11.50	8.3	—
	16°	20	11.50	10.5	12.60
	16°	50	11.50	16.0	7.68
	25°	0	17.60	13.3	—
	25°	20	17.60	17.2	20.64
	25°	50	17.60	27.1	13.00
Subir por escalera óptima (1)	30.5°	0	17.20	13.7	—
	30.5°	20	17.20	18.4	27.15
	30.5°	50	17.20	26.3	15.52
Subir por escalera de mano (1)	50°	0	9.12	6.6	—
	50°	20	9.12	8.4	35.28
	50°	50	9.12	13.2	22.18
	70°	0	11.20	8.0	—
	70°	20	11.20	10.2	42.84
	70°	50	11.20	16.0	26.88
	90°	0	11.80	10.4	—
	90°	20	11.80	13.5	56.70
	90°	50	11.80	24.3	40.82
Descender por plano inclinado (3)	5°	0	7.26	1.8	—
	10°	0	14.47	2.2	—
	20°	0	28.50	2.7	—
	30° (2)	0	41.70	3.8	—

(1) Carga lateral atada con una correa que pasa por la espalda.

(2) Valores válidos para descenso por escalera óptima.

(3) Para camino de tierra debe añadirse un 10o/o.

Se han estudiado los tornos, en cuanto a sus características más importantes, como son el radio del manubrio, la altura del eje sobre el suelo y la carga en Kgm/vuelta de manubrio. Las tablas 5, 6 y 7 dan los valores de energía en función de los parámetros mencionados antes.

La relación energía y trabajo es siempre la más favorable en relación a los dos parámetros fijos. Así la tabla 5 conserva fijos el radio del manubrio y la altura del eje del mismo respecto al suelo.

Por lo tanto y por ejemplo, con una altura de eje de 55,3 cm. y un radio de manubrio de 19,4 cm. se encontró que el trabajo biológicamente más favorable era de 15,0 Kgm. que requerían 15,5 cal/Kgm.

Para el radio indicado el ascenso longitudinal en una vuelta es de 1,78 m. que supone la elevación de un peso de 8 Kg. para el trabajo indicado como óptimo (14,3 Kgm.). Por razones anatómicas, la presión ejercida por la mano sobre el manubrio no tiene la misma intensidad en todos los puntos de la circunferencia

TABLA 5

Altura sobre el suelo en Cms.	Radio de manubrio en Cms.					
	194.		28.4		36.4	
	Carga Kgm.	Cal. Kgm.	Carga Kgm.	Cal. Kgm.	Carga Kgm.	Cal. Kgm.
55.3	15.0	15.5	20.0	13.2	21.1	13.6
82.7	14.3	14.3	19.5	12.5	24.4	13.4
114.3	10.4	13.8	14.3	11.6	23.3	12.0
162.2	4.0	14.0	16.3	18.8	16.2	18.3

TABLA 6

Carga Kgm.	Radio del manubrio en Cms.					
	19.4		28.4		36.6	
	Altura Cm.	Cal Kgm.	Altura Cm.	Cal. Kgm.	Altura Cm.	Cal. Kgm.
6.5	140	14.3	115	13.6	120	17.0
13.0	110	14.2	115	11.7	110	13.5
19.5	80	15.5	100	12.5	110	12.5
26.0	70	17.0	90	14.3	100	12.1
32.5	50	18.0	80	15.7	100	14.0

descrita por éste. Si hacemos girar lentamente un sistema de pequeño momento de impulsión, con una resistencia repartida uniformemente durante el tiempo de una revolución, será preciso ejercer una presión igualmente fuerte en todos los puntos. De ello resultan unas condiciones biológicamente desfavorables. Al aumentar el momento de impulsión y al aumentar también la velocidad, mejoran las condiciones fisiológicas, pues entonces tan sólo se hacen obrar los músculos en el momento en que su posición es la más favorable.

En los valores expresados en las tablas 5, 6 y 7, con un momento de impulsión relativamente grande, se constató que la velocidad era prácticamente independiente del trabajo exterior ejecutado en cada revolución. Sin embargo, variaba con el ruido. Las velocidades óptimas recomendadas se expresan en la tabla 8.

Las velocidades expresadas en la tabla pueden variarse en la práctica hasta en un 250/o, sin que sea de temer una alteración, en sentido muy desfavorable, de las condiciones biológicas. Con el torno óptimo, un trabajador que sólo tuviera como función elevar materiales durante toda la jornada, podría movilizar en 8 horas, 4032 Kg. a 20 m. de altura, elevando cada vez 8 Kg. (carga óptima). Esto representa un 250/o de eficiencia respecto a la movilización en la espalda para el mismo desnivel y utilizando escalera óptima (1.650 Kg. ver el numeral anterior).

4.7. Elevación de pesos en carga y descarga, estando de pie.

Ya se mencionó con anterioridad que las operaciones de carga en las actividades de movimiento de materiales a mano, pueden requerir valores de energía

TABLA 8

Radio del manubrio en cm.	19.4	28.4	36.6	45
Revoluciones por minuto	33	31	29	27
Velocidad de la mano en m/seg.	0.67	0.92	1.11	1.27
Velocidad de ascenso en m/min.	40.22	55.32	66.69	76.34

altos. También en este caso influyen buen número de variables, como densidad del material y plausibilidad del agarre. Además de otros que se comentarán más adelante. Para materiales de densidad igual o superior a la del agua y con excelente forma de agarre, se han llevado a cabo experiencias análogas a las descritas para los tornos. Se han tenido en cuenta tres variables esenciales: Peso cargado, altura de la elevación y altura de partida. Como en aquel caso, los valores de las tablas 9, 10 y 11, se han obtenido haciendo variar uno de los factores y manteniendo los otros dos constantes, anotándose aquel valor que minimiza la energía requerida. La tabla 9 tiene como parámetros fijos la altura de elevación y la altura de partida, variando el peso cargado. Así, por ejemplo, para elevar pesos que se encuentran en el piso (altura de partida cero) y deben elevarse a 50 cm. de altura, el peso más apropiado a remover es de 26,1 Kg. y requiere una energía relativa de 44,5 cal/Kgr. y la energía relativa requerida es de 40 cal/Kgm.

En la Tabla 11 se mantiene constante la altura de partida y el peso removido, variando la altura de elevación. Por ejemplo, un pesos de 24,05 Kg. que esté colocado a 100 cm. del suelo, su altura de elevación óptima será de 100 cm. y la energía requerida para ello de 32.5 cal./Kgm.

No cabe, en este caso, hablar de condiciones óptimas, puesto que los factores de carga y descarga suelen venir fijados por las necesidades de manejo y almacenaje. Sin embargo, un examen de las tres tablas en conjunto, muestran que los valores mínimos de energía requerida, se dan cuando el peso del material removido es del orden de 15 Kg. o algo menos y se eleva 50 o 100 cm. a partir de una altura de unos 100 cm.

4.8. Paleado en excavaciones

Otra operación fatigosa e ineficaz es la de paleado. En la tabla 12 se observan los valores y el bajo rendimiento en cal/kgm. netamente inferior a cualquiera de los contemplados en los numerales anteriores. La pala que se recomienda en las excavaciones de construcción tiene la siguiente forma: borde de ataque en forma de ojiva, hoja de la pala ligeramente bombeada, curvatura del dorso y de los bordes laterales disminuyendo hacia adelante. la carga recomendada es de 5 Kg. por palada a partir de este valor la energía relativa aumenta bastante, hasta los 7 Kg. De los 7 Kg. hasta 11 o 12 Kg. la energía relativa es prácticamente la misma. El peso máximo de la pala debe ser 1/3 del de la carga. Diámetro del mango 4 cm. y longitud 64 cm. si bien en algunos casos pueden ser favorables longitudes diferentes, como se comentará luego. Los valores de la tabla 12 se refieren a estas características óptimas.

La posición más favorable cuando la distancia de

TABLA 9

Altura de partida Cm.	Altura de elevación Cm.							
	50		100		150		200	
	Peso Kg.	Cal. Kgm.	Peso Kg.	Cal. Kgm.	Peso Kg.	Cal. Kgm.	Peso Kg.	Cal. Kgm.
0	26.1	44.4	22.6	38.8	21.0	35.6	18.3	38.7
50	22.2	37.5	17.7	34.0	16.4	31.9	—	—
100	15.8	28.7	15.0	29.0	—	—	—	—
150	15.3	34.2	—	—	—	—	—	—

TABLA 10

Peso Kg.	Altura de elevación Cm.							
	50		100		150		200	
	Altura partida cm.	Cal. Kgm.	Altura partida cm.	Cal. Kgm.	Altura partida cm.	Cal. Kgm.	Altura partida cm.	Cal. Kgm.
9.15	120	28.7	100	34.4	50	36.1	0	44.5
13.85	115	27.7	100	29.3	50	31.9	0	37.3
18.95	115	28.6	100	30.0	50	31.8	0	34.9
24.05	102	33.4	100	32.4	50	36.1	0	36.6
28.55	80	40.0	100	35.6	50	38.7	0	40.7

TABLA 11

Peso Kg.	Altura de partida cm.							
	0		50		100		150	
	Altura elevación	Cal. Kg.	Altura elevación	Cal. Kg.	Altura elevación	Cal. Kg.	Altura elevación	Cal. Kg.
9.15	Cm. 190	44.1	Cm. 140	35.3	Cm. 50	31.9	Cm. 50	38.3
13.85	182	35.5	140	31.4	50-100	29.3	50	32.9
18.95	182	34.3	134	31.0	50-100	29.8	50	34.4
24.05	175	35.7	110	34.5	100	32.5	50	40.8
28.55	165	39.1	110	38.5	100	35.5	50	50.9

lanzamiento es menor de 2,5 m. es la del tronco doblado por la cadera, ejecuta un movimiento de rotación de 90°, la carga de la pala se efectúa en ángulo recto con la dirección del lanzamiento. Cuando la distancia de lanzamiento es superior a 2,5 m. la energía relativa es inferior como se constata en la tabla 12 (llega a ser 30o/o inferior respecto a la energía relativa que se requiere cuando la distancia de lanzamiento es de 1 m.) pero esto es cierto si el trabajador emplea una técnica de paleado adecuada, lanzando alternativamente por la izquierda y por la derecha. En tal caso el esfuerzo es efectuado de forma alterna por el músculo "gran dorsal" del costado derecho y del costado izquierdo.

Ya se comentó que la longitud de mango más común y empleado es el de 64 cm.; sin embargo, no es el

más adecuado en todos los casos. En la tabla 13 se comparan tres longitudes de mango y los valores porcentuales de energía relativa que se requieren según la altura de lanzamiento. Arbitrariamente se asigna el 100o/o al mango de 64 cm. y altura de un metro. Los otros son porcentajes referidos a este valor. Obsérvese que para altura baja, un metro, precisamente la longitud de mango menos adecuada es la de 64 cm. precisamente. Con un mango corto de 48 cm. la energía se reducirá en un 13o/o. Los valores de la tabla 12, que ya se ha dicho son correspondientes a un mango de 64 cm. se podrían reducir para altura de lanzamiento de un metro o menores y por lo tanto aumentar el rendimiento. Por ejemplo, para distancia de un metro y altura de lanzamiento de un metro, empleando mango corto de 48 cm. la producción podría subir hasta 6.200 Kg. que equivalen a 3,9 m³, con el mismo

TABLA 12

Lanzamiento					Producción	
Distancia m.	Altura m.	Paladas min.	K cal min.	Cal Kgm.	Kg.	M ³
1	0.5	7	6.3	103	6.600	4.2
	1.0	6	6.6	94	5.450	3.4
	1.5	6	8.0	91	4.500	2.8
	2.0	6	8.9	84	4.050	2.5
2	0.5	6	7.2	82	5.000	3.1
	1.0	5	7.8	88	3.850	2.4
	1.5	5	9.0	87	3.350	2.1
	2.0	5	10.0	85	3.000	1.9
3	1.0	5	8.8	75	3.400	2.1
	1.5	5	9.5	72	3.150	2.0
	2.0	5	10.4	70	2.900	1.8

gasto de energía humana. Lo ideal sería emplear palas de mango corto o normal (48 o 64 cm.) según fuera variando la altura de lanzamiento.

TABLA 13

ALTURA LANZAMIENTO	LONGITUD DEL MANGO cm		
	48	64	84
1	87	100	96
2	85	62	87

4.9. Pegado de ladrillos

Para el pegado de ladrillos se requiere la energía que expresa la tabla 14. Esta tabla está referida al ladrillo No 4, 10 x 20 x 40 y de 8 kg. de peso (1 gr/cm³). Hay que tener en cuenta que la producción aumenta notablemente sin adición de energía humana, al aumentar el tamaño del ladrillo. Ello resulta lógico, por el empleo de ambas manos. Si por ejemplo, empleando bloques de 49 x 24 x 23,8 cm. y de 23,8 Kg. de peso (0,85 gr/cm³), las k cal/m², se reducen a casi la mitad. En tanto sucio este valor queda a 5 K cal/m², pudiéndose alcanzar los 23, 5 m²/jornada de trabajo, en vez de los 12,2 m²/jornada con ladrillo No. 4.

5. INVESTIGACIONES ERGONOMICAS EN COLOMBIA PARA TRABAJOS DE CONSTRUCCION.

5.1. Observaciones previas

Ya se ha dicho con anterioridad que la investigación ergonómica en Colombia es incipiente. Los estudios de la Universidad del Cauca en los años 68 al 70 y más recientemente las investigaciones en la Universidad Nacional, Seccional de Medellín, son posiblemente lo más importante llevado a cabo en este aspecto en el país.

Si los estudios de tipo general son pocos, menos todavía existe bibliografía nacional sobre la industria de la construcción. El esfuerzo más notable, lo constituye el Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad Nacional titulado "Estudio Ergonómico del Trabajo en el Area de la Construcción", que mereció la calificación de Meritoria por el jurado calificador. Sus autoras son las Ingenieras Lucía Betancur Hinestrosa e Irma Marleny Sánchez Cardona, dirigidas por el autor de estas líneas y con la asesoría de la Arquitecta María del Pilar Mejía, actual Decana de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional. El proyecto estudia de forma general 25 oficios de construcción y de forma específica y más profunda, nueve oficios. Estos nueve oficios fueron:

TABLA 14

Tipo de colocación	Energía K cal							Unid. Produc.
	Traslado ladrillo	Extender mortero	Resanar	Posición	Total Kcal/vd	Kcal/m ²	Kcal m ³	
Canto sucio	3.96	0.81	0.81	2.30	7.88	98.5	985	152
Canto ranurado	4.16	1.06	3.18	3.89	12.29	153.6	1536	97
Canto sucio	3.75	0.38	0.38	1.73	6.42	160.5	803	192
Canto ranurado	3.75	1.00	3.12	3.64	11.54	288.5	1443	104

- Excavador de tierra.
- Encofrador de fundaciones.
- Ayudante de vaciado de fundaciones.
- Cortador de ladrillos.
- Pegador de ladrillos.
- Ayudante de pegador de ladrillos.
- Armador y encofrador.
- Ayudante de armador de techos.
- Enchapador de fachadas.

Todos los datos que se dan posteriormente como valores colombianos, son provenientes del proyecto antes citado. Por lo tanto, al igual que sucede con cualquier dato ergonómico colombiano, deben ser acogidos con cierta reserva, puesto que el tamaño muestra que se maneja es a todas luces insuficiente. Pese a ello, este tipo de estudios resultan valiosos por dos motivos. En primer lugar, por la metodología que establecen y, en segundo lugar, porque validan valores extranjeros que resultan coincidentes con los colombianos.

Una dificultad con que se enfrentaron las autoras, fue que las jornadas de trabajo de los obreros observados era de 10 horas de lunes a jueves y de 8 horas los viernes, en una práctica que parece bastante extendida en construcción a nivel local, con el fin de tener libres los sábados. Sin embargo, ello supone un sobreesfuerzo notable durante cuatro días a la semana y arroja valores que no son estrictamente comparables con los estándares universales. Los datos que se mencionan posteriormente, se refieren a jornadas de 8 horas, habiéndose hecho una reducción proporcional, pese a que quizás no es muy correcta tal metodología.

Los sistemas empleados en el proyecto fueron: El Roth, basado en observación directa de la frecuencia cardíaca de los trabajadores, el ensayo de las personas en cicloergómetro (utilizando los equipos de medición deportiva), la aplicación de las tablas alemanes Max

Plank y para la determinación de capacidades aeróbicas, el sistema sueco del matrimonio Astrand. Se llevaron a cabo encuestas acerca de hábitos alimenticios con asesoría de expertos dietéticos.

5.2. Energía requerida en los oficios observados

En la tabla 15 se da un resumen de los resultados obtenidos. El valor que se suele mencionar tentativamente como energía en los trabajos de construcción de 3,2 K cal/min. se da muy aproximadamente para la mayor parte de los oficios, exceptuando los de esfuerzo más acusado, como son el de excavador de tierras y el de encofrador de fundaciones.

El promedio de energía requerida se calculó en 1.431 K cal/jornada, y la desviación típica en 475 K cal/jornada. Los valores por unidad de tiempo coinciden con los estándares universales, como por ejemplo, el de excavador de tierra (ver tabla 12). También el pegador de ladrillos, por cierto uno de los oficios de menor requerimiento energético, presenta un valor exacto al que mencionan las investigaciones alemanas. En efecto, con una producción de 12 m²/jornada en canto sucio (ver tabla 14), la energía total liberada sería $12 \times 98,5 = 1.182$ K cal. Las energías basales oscilaron alrededor de las 1.600 K cal/día y la energía extra laboral se estimó en 400 K cal. Por lo tanto, la energía metabólica total requerida oscila entre 3.100 K cal/día y 4.200 K cal/día. En promedio unas 3.500 K cal/día aproximadamente. Recuérdese que estas son valores para jornadas laborales de 8 horas. Si se tratara de calcular la energía metabólica para jornadas de 10 horas, los valores oscilarían entre 3.375 K cal/día y 4.750 K cal/día, en promedio 3.875 K cal/día.

Capacidad aeróbica y función cardíaca

En la tabla 16 se muestran los parámetros fisiológicos de la población estudiada. La alta dispersión

TABLA 15

OFICIO	Ener.laboral K cal./jor.	Kcal/min.
Excavador de tierras	2.200	5.9
Encofrador de fundaciones	2.300	6.1
Ayudante de vaciado de funciones	1.180	3.1
Cortador de ladrillos	1.300	3.4
Pegador de ladrillos	1.100	2.9
Ayudante de pegador de ladrillos	1.200	3.1
Armador y encofrador	1.100	2.9
Ayudante de armador de techos	1.400	3.6
Enchapador de fachadas	1.100	2.9

en la edad fue deliberada para que la observación cubriera una gama poblacional amplia. Nótese en cambio la pequenísima dispersión en talla y peso. Si se pudiera generalizar este resultado, podría decirse que el obrero de la construcción tiene una morfología muy definida, de una talla que oscila poco alrededor de 162 cm. y un peso de 56 Kg. y ello permitiría un diseño de herramientas, equipo y accesorios, más fácil.

Se observaron capacidades aeróbicas muy altas. "El esfuerzo continuado en estos oficios, ha proporcionado un entrenamiento a los obreros que ha mejorado su capacidad física. Un 65o/o de las observaciones arrojaron capacidades aeróbicas conceptuadas "muy altas" según los estándares suecos y el 35o/o restante fueron "normales" según las mismas normas. Aplicando el promedio de pesos (55,8 kg.), da una capacidad en valor absoluto de 3,35 litros O_2 /min. que para una persona de 30 años (edad promedio) sería una capacidad "normal" según normas suecas aún para un obrero que pesara 70 kg. El valor más alto fue de 88,9 milímetros de oxígeno por minuto y peso del cuerpo, para un obrero de 20 años y 58,5 kg. de peso, desempeñando el oficio de "Ayudante de armador de techos", que supone 5,2 litros de oxígeno por minuto, capacidad netamente atlética y que permitiría a esta persona hacer esfuerzos esporádicos de 27 Kcal/min.

En la tabla 17 se calcula la relación entre la energía que requiere el oficio y la energía máxima que podrían desarrollar, como promedio, los obreros observados en este oficio. O sea el índice representa el porcentaje de energía liberada en el trabajo respecto al tope de capacidad de la persona.

Naturalmente todas las personas trabajan por debajo de sus posibilidades máximas, sin embargo, fisiológico

TABLA 16

Parámetros	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Promedio	30.6	162	55,8	60	67	33	100
Desviación típica	13.5	5.20	2.79	15.2	3.7	5.6	4.1
Coeficiente de variación	44o/o	3.2o/o	5.0o/o	25.3o/o	5.6o/o	17.0o/o	4.1o/o
Valor máx. observado	58	170	61	88.9	73	45	105
Valor mín. observado	20	155	53	41.1	60	27	92

(1) = Edad en años

(2) = Talla en cm.

(3) = Peso en Kg.

(4) = Capacidad aeróbica en milímetros de oxígeno por kilogramo de peso del cuerpo y minuto

(5) = Frecuencia cardíaca en reposo

(6) = Incremento de pulsaciones durante el trabajo

(7) = Frecuencia máxima en el trabajo

logicamente no es conveniente que una persona efectúe esfuerzos continuados superiores al 15 o 20o/o del máximo que puede realizar.

TABLA 17

O F I C I O	o/o respecto al tope
Excavador de tierras	28
Encofrador de fundaciones	55
Ayudante de vaciado de fundaciones	21
Cortador de ladrillos	26
Pegador de ladrillos	14
Ayudante de pegador de ladrillos	19
Armador y encofrador	21
Ayudante de armador de techos	14
Enchapador de fachadas	16

Debido a ello, se deduce que sólo-trabajan en condiciones plausibles los pegadores de ladrillos, sus ayudantes, los ayudantes del armador de techos y los enchapadores de fachadas. Están en la frontera de lo admisible, los ayudantes de vaciado de fundaciones y los armadores y encofradores. Trabajan sin sobre-esfuerzo, los cortadores de ladrillos, excavadores de tierras y los encofradores de fundaciones. Especialmente estos últimos trabajan a un ritmo de esfuerzo superior a la mitad del que pueden hacer como máximo y esto supone un alto cansancio y desgaste.

De la tabla 16 se observa una gran constancia en el valor del pulso en reposo, 67 pulsaciones/min. como promedio, valor algo alto. El incremento de pulsaciones debido al trabajo, es en promedio 33, para dar un ritmo cardíaco trabajando del orden de las 100 pulsaciones/min.

El incremento de pulsaciones más alto observado fue de 45 (para excavador de tierras), sin embargo la frecuencia máxima en ningún caso excedió 105 pulsaciones/min. valor que debe estimarse alto pero admisible.

5.4. Encuestas dietéticas

En las tablas 18 y 19 se resumen las encuestas dietéticas efectuadas. En la 18 se observan los hábitos

alimenticios respecto a alimentos comunes. Una gran mayoría de los trabajadores come frijoles rojos (200 gr.), carne gorda o semigorda, sólo en pequeño porcentaje (11o/o) más de 50 gr. Ninguno de los encuestados comía más de un huevo al día y el 23o/o ninguno. La alimentación típica consiste en un sancocho al medio día, con yuca, papa, plátano verde, arracha y carne gorda, se acompaña con arepa y gaseosa. Por la noche frijoles, arroz, plátano verde y nada de carne.

TABLA 18

ALIMENTO	CANTIDAD POR DÍA GR.	o/o DE PERSONAS
Frijoles rojos	200	77
	0	23
Carne gorda o Semi-gorda	100	11
	50	77
Carne magra	50	12
Huevos	uno	77
	ninguno	23

El huevo, algunas personas lo comen con los frijoles, otras en el desayuno que consta de chocolate o café con leche, arepa y pan.

En la tabla 19 se hace un balance energético de la alimentación agrupando a las personas por oficio desempeñado. Sólo uno de los oficios presenta un promedio de alimentación superior a las 3.000 K cal/día. Uno de ellos arroja un promedio inferior al general colombiano (Ayudante de pegador de ladrillos). En la misma tabla se presenta la relación entre las kilocalorías ingeridas y los requerimientos energéticos del oficio. Finalmente se calcula el déficit alimenticio porcentual. Todos los oficios presentan déficit alimenticio, el menor en armador y encofrador que sólo es del 6,5o/o, pero se llega a casos tan extremos como el de encofrador de fundaciones cuyo déficit es del 31,4o/o. Recuérdese además que todos estos valores se refieren a jornadas laborales de 8 horas, el panorama para jornadas de 10 horas, sería mucho peor. El promedio de kilocalorías ingerido es de 2.722 K cal/día con una desviación típica de 225 K cal/día. Asumiendo un requerimiento promedio de 3.500 K cal/día, se obtiene un déficit alimenticio del 22o/o aproximadamente. Las proteínas promedio en la alimentación son de 59 gr. que resultan así mismo deficitarias.

TABLA 19

OFICIO	K cal/día	(1)	(2)
Excavador de tierras	3.050	0,726	27,3
Encofrador de fundaciones	2.950	0,686	31,4
Ayudante de vaciado de fundaciones	2.700	0,849	15,1
Cortador de ladrillos	2.550	0,773	22,7
Pegador de ladrillos	2.700	0,871	12,9
Ayudante de pegador de ladrillos	2.400	0,750	25,0
Armador y encofrador	2.900	0,935	6,5
Ayudante de armador de techos	2.800	0,824	17,6
Enchapador de fachadas	2.450	0,790	21,0

(1) Relación entre las kilocalorías ingeridas y los requerimientos del trabajo.

(2) Déficit alimenticio.

6. ALIMENTACION NECESARIA

No hay duda de que sería deseable que el trabajador promedio de la construcción consumiera 4.000 K cal/día, valor que para algunos trabajos podría aún ser bajo. Para llenar los requerimientos nutricionales, estas kilocalorías deberían distribuirse así:

Sustancias	o/o	Kcal	Gramos
Proteínas	14	560	140
Grasas	26	1.040	116
Carbohidratos	60	2.400	600
TOTAL:		4.000	

En la tabla 20, se expone una dieta típica que cumple con los requisitos anotados. También se incluyen los precios corrientes de mercado para los distintos elementos y se calcula el valor de la dieta óptima. El total que se obtiene para la alimentación del obrero de la construcción resulta literalmente abrumador. Representa una cantidad importante para él y para el medio colombiano, ya que es un 110o/o del salario mínimo legal.

7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

7.1. La industria de la construcción presenta un bajo nivel de automatización y masificación de la producción. Las altas inversiones que se requerirían y el problema socioeconómico de desplazamiento de mano de obra, impiden un desarrollo tecnológico.

7.2. Debido a lo anterior, es una de las actividades económicas que con mayor facilidad absorbe a las personas desocupadas y poco o nada calificadas, en oficios manuales de alto esfuerzo físico y en medios ambientes inclementes.

7.3. Socialmente los trabajadores de la construcción suelen ser originarios del campo, en su mayoría emigrantes campesinos hacia las ciudades. En consecuencia, el empresario cuenta con una gran oferta de mano de obra, lo que incide en niveles salariales bajos, vulnerándose en ocasiones las regulaciones sobre salario mínimo que no se aplican para los aprendices.

7.4. La gran mayoría de trabajadores de esta industria son hombres, con un porcentaje alto de jóvenes (16 años en ocasiones) pero sin exclusión de veteranos en el oficio. Morfológicamente, se trata de personas cuya talla oscila entre 155 y 170 cm. asumiéndose que están en el promedio colombiano (pese a la carencia de estudios al respecto). Su peso es netamente inferior al común colombiano, no alcanzando, en general los 60 Kg. estando tal parámetro entre 52 y 60. Naturalmente esto no resulta muy congruente con la talla que es menos deficitaria. Una posible explicación sería el bajo contenido de grasa, aunque este extremo no ha sido explorado.

Resulta lógica asumir que los esfuerzos físicos altos impiden la acumulación adecuada de reserva orgánica de lípidos.

TABLA 20

Alimento	Gramos	K cal	Contenido en Gr.			Precio Unitario	Total
			Proteínas	Grasas	Carbohidratos		
Desayuno:							
Chocolate con leche							
Leche	90	45	3,0	2,2	3,4	18,5/C	1.665
Panela	30	94	0,1	—	25,8	22/Kg.	0,660
Chocolate amargo	8	36	0,3	1,3	5,8	100/Kg.	8.000
Agua	202	—	—	—	—	—	—
Huevo	Uno	81	15	2	5	4/uno	4.000
Arepa plana	100	185	3,8	0,6	40,1	33/Kg.	3.300
Mantequilla	20	144	—	16,0	—	56/Kg.	1.120
Queso	60	168	13,0	11,4	3,0	150/Kg.	9.000
Pan	80	270	7,2	2,8	52,8	31/Kg.	2.480
Media mañana:							
Café con leche							
Leche	180	90	6,0	4,4	6,8	18,5/C	3.330
Panela	30	94	0,1	—	25,8	22/Kg.	0.660
Café	20	17	1,0	0,3	1,0	62/Kg.	1.240
Agua	100	—	—	—	—	—	—
Buñuelo	60	115	6,0	2,0	39,8	52,5/Kg.	3.150
Almuerzo:							
Sancocho con carne de res							
Carne magra	100	150	21,5	6,5	—	150/Kg.	15.000
Papa común	120	136	2,8	0,1	31,6	20/Kg.	2.400
Yuca	50	91	0,5	0,1	22,1	12/Kg.	0.600
Plátano verde	30	70	0,6	—	18,0	85/Kg.	2.250
Guineo	30	56	0,8	—	14,7	35/Kg.	1.050
Arracacha	60	60	0,5	0,1	14,4	35/Kg.	2.100
Zanahoria	45	19	0,3	—	4,2	25/Kg.	1.125
Sal	5	—	—	—	—	6/Kg.	0,030
Aceite	10	90	—	10,0	—	65/C	0,722
Cebolla junca	10	3	0,2	—	0,5	25/Kg.	0,250
Tomate	40	69	1,6	0,2	14,9	20/Kg.	0,800
Arepa redonda	40	69	1,6	0,2	14,9	33/Kg.	1.320
Leche	360	180	1,22	9,0	14,0	18,5C	6.660
Algo							
Gaseosa	266	130	—	—	29,0	6,50/u	6.500
Pandeyeso	30	144	5,2	4,4	13,8	220/Kg.	6.600

T A B L A 20 (Continuación)

Alimento	Gramos	K cal	Contenido en Gr.			Precio Unitario	Total
			Proteínas	Grasas	Carbohidratos		
Comida: Fríjoles con plátano y carne de res							
Carne de res frita	100	150	21,5	6,5	—	150/Kg	15.000
Aceite	10	90	—	10,0	—	65/C	0,722
Fríjol rojo	200	300	20,4	1,2	54,6	78/Kg.	15.600
Aceite	10	90	—	10,0	—	65/C	0,722
Plátano verde	30	70	0,6	—	1,8	85/Kg.	2.550
Arroz	80	90	2,0	1,0	19,7	22/Kg.	1.760
Aceite	5	45	—	5,0	—	65/C	0,361
Plátano maduro frito	50	68	0,5	0,1	18,1	60/Kg.	3.000
Aceite	10	90	—	10,0	—	65/C	0,722
Arepa redonda	40	69	1,6	0,2	14,9	33/Kg.	1.320
Panela	30	94	0,1	—	25,8	22/Kg.	0,660
Agua	300	—	—	—	—	—	—
Merienda:							
Café con leche							
Leche	90	45	3,0	2,2	3,4	18,5/C.	1.665
Panela	30	94	0,1	—	25,8	22/Kg.	0,660
Café	20	17	0,1	0,3	1,0	62/Kg.	1.240
Agua	190	—	—	—	—	—	—
Otros							
Banano	100	84	1,2	—	22,0	60/Kg.	6.000
Naranja	200	70	1,4	0,2	18,0	30/Kg.	6.000
TOTALES		4.072	155,7	119,4	606,5	140,30	
180/o cocción, condimentos, equipos, etc.							25,25
GRAN TOTAL							165,55

7.5. No existe en la construcción una selección más o menos tecnificada del personal, tal como la hay en otro tipo de industria. De ahí que es frecuente observar un divorcio entre las capacidades físicas de los trabajadores y los requerimientos del oficio que desempeñan. Así mismo, no hay información sobre lesiones o limitaciones físicas pre-existentes que pueden ocasionar accidentes o enfermedades debidas a la actividad laboral.

7.6. El sistema de vinculación laboral por subcontratación, agrava los problemas mencionados en los numerales anteriores, provocando una indefinición de responsabilidades que no proporciona mayor protección social al trabajador.

7.7. Las herramientas y equipos empleados suelen ser inadecuados, no han sido nunca objeto de estudios técnicos serios. En muchas ocasiones son propiedad del mismo trabajador.

7.8. Es práctica extendida, muchas veces propiciada por los propios trabajadores, el establecimiento de jornadas de trabajo de 10 horas, lo que supone un sobreesfuerzo a labores ya de por sí pesadas.

7.9. La capacitación en esta industria es empírica, la aplicación de nuevos sistemas o métodos, casi inexistentes.

7.10. Las condiciones sanitarias del trabajo son

prácticamente inexistentes, no suele haber reglamentos de higiene y seguridad industrial, ni personal idóneo dedicado a estas labores.

7.11. Los transportes de materiales son comúnmente efectuados de forma manual, en la espalda o en carretillas inadecuadas.

7.12. El salvar desniveles con carga o sin ella, se efectúa por escalas a mano, en actividad de alto esfuerzo y peligrosa.

7.13. La carga y descarga de pesos, requieren alta energía, se llevan a cabo inadecuadamente y provocan lesiones vertebrales a los trabajadores.

7.14. El paleado en excavaciones, junto con el encofrador de fundaciones, son los oficios (dentro de los investigados) de mayor requerimiento energético, superando en bastante las 4.000 Kcal/día, en total.

7.15. En jornadas laborales de 8 horas, se ha detectado un promedio de energía necesaria del orden de las 3.500 Kcal/día, oscilando entre un mínimo de 3.200, para pegadores de ladrillo y enchapador de fachadas y las 4.300 de los excavadores y encofradores.

7.16. Las capacidades aeróbicas del obrero de la construcción, suelen ser altas, incluso referidas a normas internacionales europeas, sin embargo, en algunos oficios de alto esfuerzo como por ejemplo, el tantas veces citado encofrador de fundaciones, tal capacidad no alcanza para el esfuerzo realizado.

7.17. Las encuestas dietéticas marcan un déficit alimenticio general, que oscila de un mínimo de 6,50/o hasta un máximo crítico del 31,40/o. Los hábitos en las comidas no son los adecuados y la carencia de proteínas y vitaminas es acusada.

7.18. Una dieta adecuada para un obrero de la construcción, debería asegurar un mínimo de 4.000 Kcal/día y 140 gr. de proteínas. Para lograrlo se requeriría, en estos momentos, gastar diariamente una cantidad muy posiblemente superior a los \$ 150,00.

BIBLIOGRAFIA

Aguirre M., John Jairo, Estrada M. Jairo y Pérez Miguel H.: Estudio ergonómico y ambiental en trabajos con altas cargas de calor. Proyecto de grado. Medellín, Universidad Nacional, 1977.

Aristizábal C., León Jaime: La industria de la construcción: realizaciones y proyecciones. Medellín, 1967.

Astrand, P. O. and RODAHL, K. Text-book of work physiology. New York, 1970.

Barnes, R. M.- Motion and time study. New York, 1958.

Bejarano, Jorge: Alimentación y nutrición en Colombia. Bogotá, 1950.

Bernard, Charles P.: Ergonomic, Hygiene et securité. 10 ed., París, 1977.

Betancur H., Lucía y Sanchez C., Marley: Estudio ergonómico del trabajo en el área de la construcción. Proyecto de grado. Medellín, Universidad Nacional, 1979.

Carpentier, J.: Técnicas de organización y de humanización del trabajo. Revista Internacional del Trabajo, agosto 1974.

Chapanis, A., et al: Applied experimental Psychology. New York, 1963.

Edholm, O.G.- The biology work. Milán, 1967.

Forcadas, Jorge: Curso sobre ergonomía. 3 ed. Medellín, ASIDUA, 1980.

Gómez, Pedro Nel: Curso de construcción. Medellín, Universidad Nacional, 1973.

Hanoteau, P. et al: Prevención de accidentes en la construcción. Barcelona, Blume 1967.

Hutle: Manual del ingeniero. Barcelona, Gili, 1958, v. 2.

Hutle: Manual del Ingeniero del taller. Barcelona, Gili, 1962, v. 2.

Instituto de Seguros Sociales Sección Salud Ocupacional: Principales problemas en la prevención de los riesgos profesionales en la industria de la construcción. Bogotá, III Congreso Interamericano de Prevención de Riesgos Profesionales, 1969.

Kapland, Juan: Medicina del trabajo. Buenos Aires, Ateneo, 1970.

Kellerman, F. et al: Vademecum ergonomie voor de industrie. Eindhoven, 1965.

Medellín, Empresas Públicas: Normas generales de seguridad para la industria de la construcción. Medellín, 1967.

Morgan, C.T. et al: Human engineering guide for equipment design. New York, 1963.

Murrell, KFH: Ergonomics. Londres, 1965.

Sarmiento L., Guillermo: Medicina del trabajo. Bogotá, Lerner, 1962.

Yepes P., Olga; Ramírez L., Jairo y Ramírez N., Eduardo N.: Análisis ergonómico de dos oficios. Proyecto de grado. Medellín, Universidad Nacional, 1977.

Zander, J.: Ergonomics in machine design. Wageningen, 1972.

Zander, J.: Principles of ergonomics. Wageningen, 1973.