

**Medidas de prevención en las patologías de la columna vertebral.**

**Ing. Roque R. Rivas**

Este trabajo fue presentado en X CONGRESO ARGENTINO DE MEDICINA DEL TRABAJO de 1998 en Resistencia - Chaco - República Argentina

**Resumen:**

La configuración ergonómica de sistemas laborales exige cada vez el disponer de un mayor conocimiento en cuanto a procedimientos de evaluación de los límites humanos en la manipulación de carga para que se adopten las medidas preventivas adecuadas para de esta forma evitar las patologías de la columna vertebral. Una de las posibilidades de aumentar la validez de los resultados es la comparación de métodos análiticos.

**1. Introducción.**

Si bien es cierto que se cuentan con distintos métodos en éste caso se toma como referencia el método elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud de los Estados Unidos, comunmente denominado **método NIOSH**, cuya determinación toma como referencia parámetros geométricos y el **método Burandt** de amplia difusión en la industria alemana, que tomo además de parámetros geométricos, consideraciones que le son propia al rendimiento ofrecido por el hombre.

En lo que se refiere a la aplicación de los métodos, es conveniente tener en cuenta que los mismos tienen un contenido orientativo, los cuales en función de los adelantos científicos serán cada vez más precisos. No obstante desde el punto de vista preventivo se aconseja que cualquier modificación en el sistema laboral a realizar, se dé conocimiento al médico especialista en medicina del trabajo con conocimiento del recurso humano comprometido en el cambio.

Además de los factores condicionantes que identifican el rendimiento ofrecido por el hombre, como edad, sexo,

grado de entrenamiento, etc., las magnitudes condicionantes que se presentan más asiduamente en la práctica son:

- La carga como magnitud condicionante se desdobra en otras, entre las que se cuentan, el peso, las dimensiones, los lugares habilitados para el agarre y la forma geométrica.
- La forma de agarre y el modelo de como se transporta la carga, son determinadas por el ordenamiento, forma, dimensión del agarre, impulso de fuerza necesario, fuerza de sostenimiento, momentos de fuerza y capacidad de los elementos corporales para soportar la carga.
- La disposición espacial, que hace por ejemplo a los desplazamientos verticales y horizontales relacionados al campo visual, y que a su vez determinan la postura corporal adoptada.
- La longitud, pendiente y estado del camino en que se realiza el transporte de la carga.
- El régimen de trabajo, en cuanto a la frecuencia y duración de la actividad de manipulación de la carga como así también la asignación de la duración y frecuencia de las pausas.
- La influencia de las condiciones y medio ambiente de trabajo, que tiene en cuenta el efecto que produce climas con elevada temperatura, conocido también como efecto de carga térmica, la iluminación, ruido, la ventilación y las vibraciones mecánicas.
- Los factores de riesgo que se ponen de manifiesto en la manipulación de contenedores o recipientes con sustancias peligrosas, o un contenido determinado del recipiente que da lugar al efecto de carga líquida desplazando en forma rápida el centro de gravedad del objeto que se manipula.

Con lo citado anteriormente se afirma el concepto de que la carga a manipular es una de las magnitudes condicionantes pero no la única, y que es más apropiado considerar la carga sumaria que afecta al trabajador

mediante la aplicación de métodos integrales de ponderación, como por ejemplo mediante la aplicación del procedimiento de Análisis Ergonómico de Tareas - AET, Landau, 1975.

## **2.-Clasificación en el procedimiento de Análisis Ergonómico de Tareas - AET.**

### **A. SISTEMA LABORAL**

#### **1. Objeto de trabajo (OdT).**

- 1.1 Material.
- 1.2 Energía.
- 1.3 Información.
- 1.4 Hombre, Animales y plantas.

#### **2. Medio de elaboración (ME).**

- 2.1 ME que modifican la naturaleza del OdT.
- 2.2 Medios de transporte.
- 2.3 Mesas, sillas y espacios de trabajo.
- 2.4 Dispositivos auxiliares.

#### **3. Ambiente laboral.**

- 3.1 Influencias físicas del ambiente laboral.
  - 3.1.1 Riesgo de la actividad laboral.
  - 3.1.2 Riesgo de enfermedad profesional.
- 3.2 Medio social y organizativo.
  - 3.2.1 Organización temporal del trabajo.
  - 3.2.2 Situación de la actividad en estudio en la organización del proceso.
  - 3.2.3 Situación de la actividad en estudio, en la organización estructural (organigrama).
  - 3.2.4 Situación de la actividad en estudio en el sistema de comunicaciones.
- 3.3 Bases y métodos de remuneración.
  - 3.3.1 Establecimiento de bases de remuneración.
  - 3.3.2 Establecimiento de métodos de remuneración.

### **B - ANALISIS DE TAREAS.**

- 1. Tareas referidas a objetos de trabajo concretos.
- 2. Tareas referidas a objetos de trabajo abstractos.

**C - ANALISIS DE REQUERIMIENTOS.**

**1. Toma de información.**

- 1.1 Magnitudes de reconocimiento.
  - 1.1.1 Información visual.
  - 1.1.2 Información auditiva.
  - 1.1.3 Información táctil y térmica de piel.
  - 1.1.4 Información olfativa y gustativa.
  - 1.1.5 Información propioceptiva.
- 1.2 Tipos de reconocimiento.
- 1.3 Exactitud en la toma de información.

**2. Decisión.**

- 2.1 Complejidad de la decisión.
- 2.2 Flexibilidad en la decisión temporal.
- 2.3 Conocimientos.

**3. Manipulación osteomuscular.**

- 3.1 Carga por postura corporal.
- 3.2 Carga por sostenimiento estático.
- 3.3 Carga por trabajo muscular dinámico pesado.
- 3.4 Carga por trabajo muscular dinámico localizado.

**Nota:** Originariamente para los grandes centros de cómputo (1974/75) existían 390 características de análisis, las que posteriormente se redujeron a 216. En la versión para computadoras personales se tuvo en cuenta 101 características.

**4. Instrumento auxiliar de los métodos NIOSH y Burandt.**

Se puede simular la actividad de levantamiento de carga para distintas variables mediante la aplicación de software para P.C., ya sean programas o planillas electrónicas que ofrece el mercado.

Ambos métodos permiten una posibilidad de evaluar este tipo de problema de elevada complejidad en forma aproximada mediante la determinación de los límites de carga admisibles por el hombre considerado la no generación de efectos nocivos para su estado de salud. Cualquiera de estos dos métodos tienen en cuenta determinadas magnitudes condicionantes, y su validez o

restricción correspondiente está dada por los algoritmos empleados, bajo el rigor científico que a cada uno le corresponde en su fundamentación de carácter empírica.

En el caso de la confección de las gráficas de las distintas funciones que se presentan a continuación se llevó a cabo con el software de aplicación para computadoras personales, compatible con el sistema operativo D.O.S. que acompaña al libro titulado "Decisiones en el levantamiento de carga con ayuda de P.C." citado en la bibliografía. Las ventajas de aplicación del programa son:

- Rentabilidad económica por la rapidez en los cálculos.
- La modificación de las variables permite optimizar las condiciones de trabajo del puesto de trabajo.
- Los valores límites de carga pueden ser calculados para los dos métodos en forma independiente.

#### **4.1. Método NIOSH.**

Fue elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud de los Estado Unidos (National Institute for Occupational Safety and Health, USA) siendo uno de los métodos más difundido actualmente.

##### **4.1.1. Procedimiento de ponderación.**

La función para la determinación del límite de control de carga (LC), es:

$$LC = f ( DH, DV, DVT, F )$$

El límite de admisibilidad de carga (LA) se calcula para este método de la forma siguiente:

$$LA = 3 \times LC$$

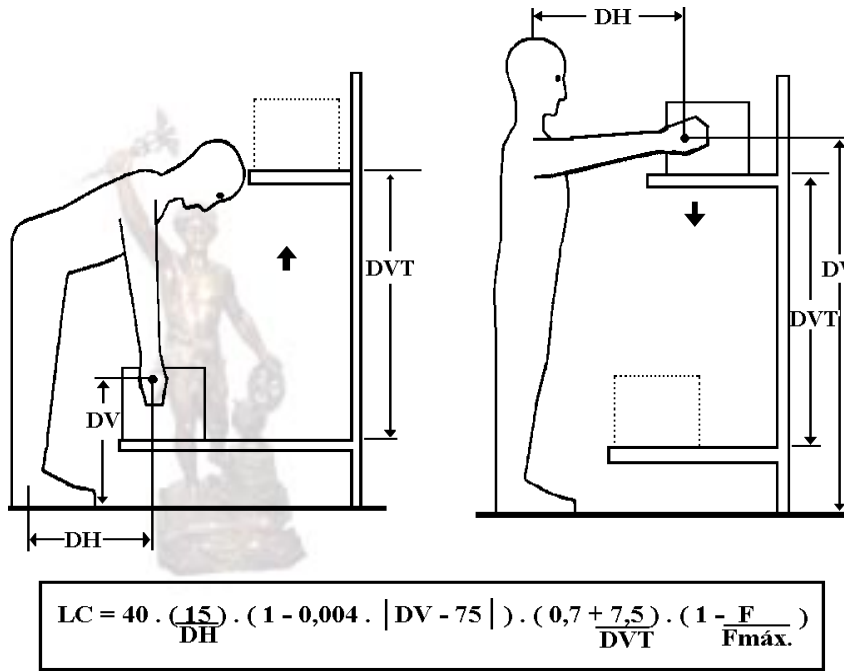


Fig. N° 1 Representación gráfica de los parámetros.

4.1.2. Parámetros considerados.

**DH** : Distancia horizontal (mano/cuerpo) en cm.

**DV** : Distancia vertical (mano/suelo) en cm.

**DVT** : Distancia vertical de traslado de carga en cm.

**F** : Frecuencia promedio en veces por minuto.

**Fmáx** : Frecuencia máxima en veces por minuto. Para la determinación de esta frecuencia se debe considerar la duración de la actividad, considerando como parámetro la postura corporal adoptada en la manipulación de la carga. Referirse a Tabla N° 1

Duración de la actividad	Postura corporal	
	De pie, postura correcta	De pie, postura encorvada
1 hora	18	15
8 horas	15	12

Tabla N° 1 Ponderación de la F<sub>máx.</sub>

En la Fig. N° 2 se observa la variación de los límites de carga en función de la frecuencia promedio en veces por minuto para una F<sub>máx.</sub> = 12 y una duración de la actividad de 8 horas.

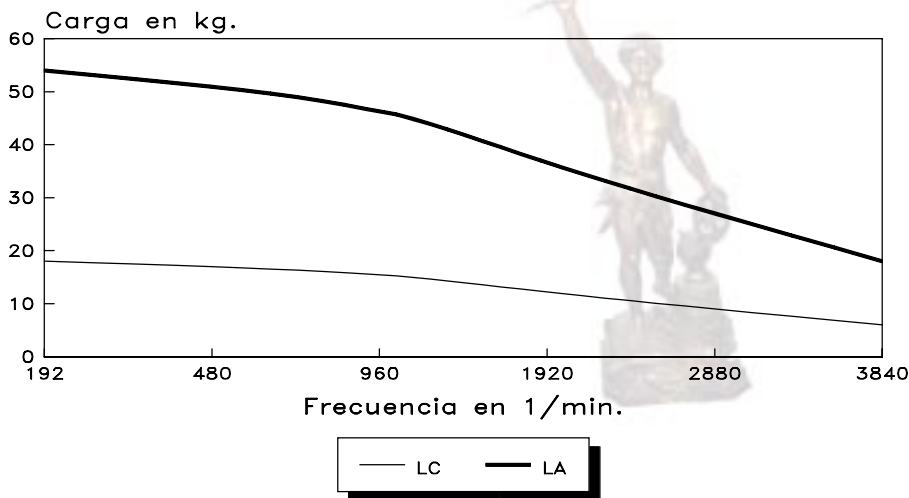


Fig. N° 2 Límites de carga en función de la frecuencia.

4.1.3. Duración de la actividad.

En este método se han impuesto dos valores límites de duración de la actividad. En trabajos de manipulación ocasionales hasta una hora, y en casos de trabajos de manipulación continuos hasta 8 horas. El límite de admisibilidad (LA) se encuentra en este método, tres veces más alto que el valor obtenido por la aplicación

R. R. Rivas-2004

de la fórmula del límite de control (LC).

Con la referencia dada por estos dos límites se puede efectuar una subdivisión en tres grupos y efectuar la correspondiente evaluación:

- El límite de admisibilidad (LA) no debe ser superado.
- Los valores existentes entre el límite de admisibilidad (LA) y el límite de control (LC) demandan una selección de personal y eventualmente una configuración del sistema laboral.
- Los valores que se encuentran debajo del límite de control (LC) se encuentran en una zona de admisibilidad ligados a riesgos muy limitados.

La representación gráfica de la carga en función de la distancia horizontal (DH) es indicada en la Fig. N°1 para los siguientes valores:

**DH** : Distancia horizontal = 60 cm.

**DV** : Distancia vertical (mano/suelo) = 60 cm.

**DVT** : Distancia vertical de traslado = 60 cm.

**F** : Frecuencia promedio = 0,4 1/min.

**Fmáx** : Frecuencia máxima = 12 1/min.

Con ayuda del límite de admisibilidad (LA) y el límite de control (LC) se puede efectuar una evaluación de tres áreas de la manipulación de carga en forma gráfica. Ver Fig. N° 3.



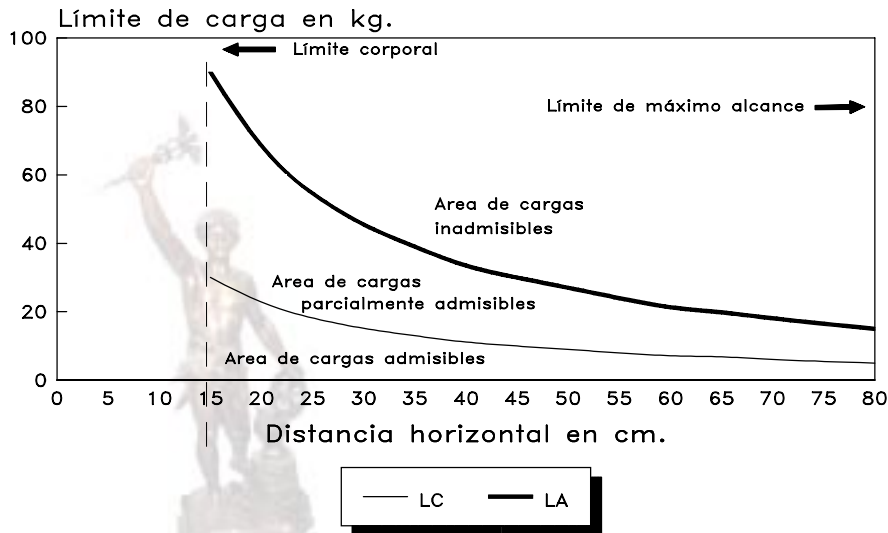


Fig. N° 3 Areas de manipulación de carga en el método NIOSH.

4.1.4. Restricciones de interés.

- No permite considerar la rotación del tronco.
- No se observa la diferencia de los rendimientos ofrecidos por el ser humano en relación al grado de dificultad que presenta la tarea.
- Para el proceso de levantar se implementa en casos normales, una duración menor a los dos segundos.
- La elevación de la carga es considerada sin retroceso
- Elevación de la carga con ambas manos en forma simétrica en el plano sagital.
- Se considera que la carga tiene un desplazamiento horizontal de 75 cm o menos.
- Las posiciones corporales deben ser favorables.
- Las condiciones estereométricas para la ejecución del esfuerzo deben ser óptimas.
- Las condiciones de medio ambiente de trabajo deben estar dentro de los límites de tolerancia.

- Se presuponen tareas físicas secundarias que no demandan excesivo esfuerzo.

#### **4.1.5 Consideraciones de interés.**

Los estudios que sobre el método NIOSH llevaron a cabo en Alemania, entre otros; Istambuli, Mainzer y Landau (1986), Martin, Krieger y Windish (1988), basándose en los principios de evaluación biomecánica, fisiológica y epidemiológica, dieron como resultado las siguientes conclusiones:

- Debajo del límite de control (LC), se puede inferir estadísticamente que 99 % del sexo masculino y un 75% del sexo femenino puede levantar cargas.
- Para valores que no superen el límite de control, el esfuerzo de compresión sobre la articulación lumbosacra (L5-S1), es aproximadamente 3500N tolerable para la mayor parte de las personas jóvenes y sanas.
- El peso de los objetos que alcancen como máximo el límite de control (LC), raramente conduce a daños musculoesqueléticos.
- A partir de la superación del límite de control (LC), se presenta frecuentemente un metabolismo laboral superior a los 15 kJ/min.
- Para valores que superen el límite admisible (LA), el metabolismo laboral supera los 20 kJ/min, pudiéndose inferir estadísticamente que solamente están en condiciones de trabajar sobre este límite, un 25 % del sexo masculino y un 1% del sexo femenino.
- En el caso de superación del límite admisible (LA), se aumenta significativamente la posibilidad de daños musculoesqueléticos, debido a que se aumenta el esfuerzo de compresión sobre la articulación lumbosacra (L5- S1), superando el límite biomecánico de 6500 N.

**4.2. Método Burandt.**

Fue elaborado en Alemania para configurar ergonómicamente los puesto de trabajo (Prof.U. Burandt), sufriendo posteriormente algunas modificaciones por distintos institutos y expertos en el tema.

**4.2.1. Procedimiento de evaluación.**

Ademas de considerar las variables usadas en el método NIOSH, éste método adiciona aquellas magnitudes condicionantes que tienen en cuenta el rendimiento ofrecido por el hombre mediante factores que permiten calcular la fuerza individual máxima ( $F_i$ ) y la fuerza máxima admisible ( $F_{ma}$ ).

$$F_i = f ( F_N, K_A, K_B, K_C )$$

$$F_{ma} = f ( F_i, K_H, K_R, K_S )$$

**4.2.2. Factores considerados.**

**FN:** Fuerza individual normal.

**KA:** Factor de sexo y edad.

**KB:** Factor de entrenamiento.

**KC:** Factor dependiente del número de personas que manipulan la carga.

**Fi:** Fuerza individual máxima.

**KH:** Factor por frecuencia de esfuerzos.

**KR:** Factor por movimiento de tronco.

**KS:** Factor por tareas secundarias.

**4.2.3. Restricciones en el método Burandt.**

Las restricciones que tiene son similares a las del método NIOSH.

- No permite considerar la rotación del tronco.
- Para el proceso de levantar se considera en casos normales, una duración menor a los dos segundos.
- La elevación de la carga es considerada sin retroceso.
- Las posiciones corporales deben ser favorables.
- Las condiciones estereométricas para la ejecución del esfuerzo deben ser óptimas.
- Las condiciones de medio ambiente de trabajo deben estar dentro de los límites de tolerancia.
- Factor A, grado de entrenamiento: En este caso el analista tiene la posibilidad de acuerdo a su experiencia la posibilidad de evaluar el entrenamiento del trabajador.

**4.2.4. Comparativa con el método Burandt.**

Para la comparación de los dos métodos que se observa en la Fig. N° 4, en cuanto a los límites de carga en función de la distancia horizontal mano-cuerpo, se tuvieron en cuenta para el cálculo por método Burandt los siguientes factores:

**KA:** Sexo masculino y edad 30 años.

**KB:** Factor de entrenamiento mediano.

**KC:** Una persona que manipula la carga.

**KH:** 192 1/min.

**KR:** 0.4 1/min.

KS: Tareas secundarias moderadas.

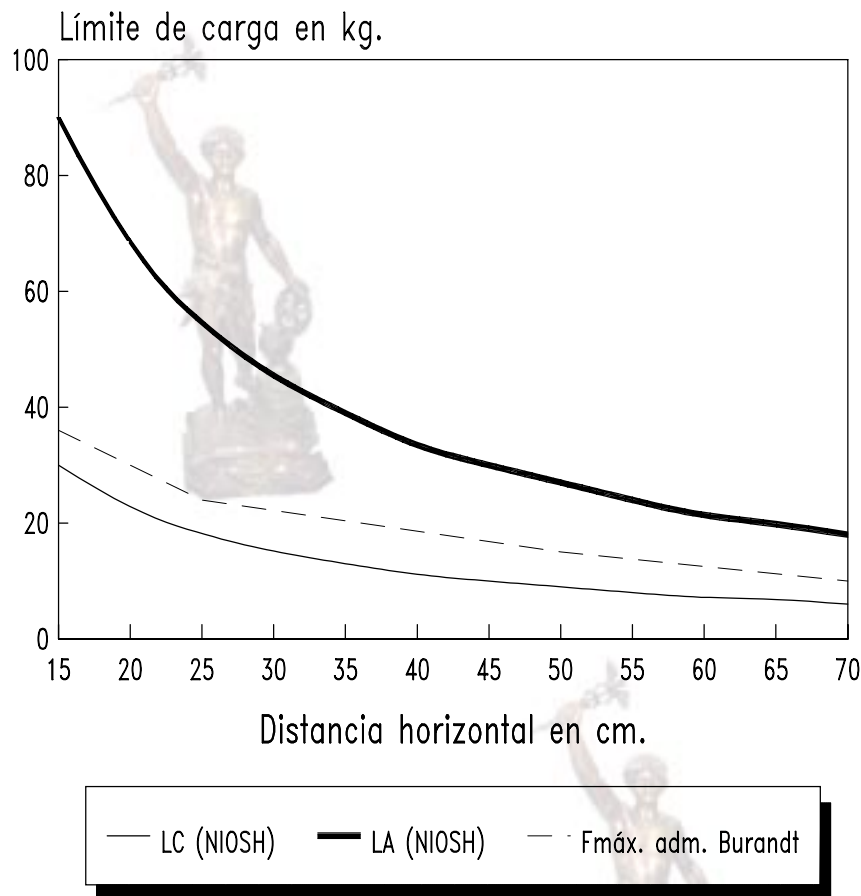


Fig. N° 4 Límites de carga en función de la distancia horizontal mano-cuerpo.

### 5. Conclusión.

Por lo general, para la aplicación de criterios ergonómicos en la configuración de sistemas productivos y en el diseño industrial, los datos para realizar la ponderación del peso que una persona puede levantar en su puesto de trabajo no son suficientes .

La obtención de una solución óptima de la múltiple existencia de criterios y métodos de evaluación necesita de una comprobación de validez estadística que forma parte de la ciencia del trabajo.

**6. Bibliografía.**

- Burandt, U.: Ergonomie für Design und Entwicklung. Verlag Dr. O. Schmidt. K.G. Köln, 1980.
- Hettinger, T.: Handhabung von Lasten. Carl Hanser Verlag, 1991.
- Landau, K.; Luczak, H.; Rohmert, W.: Arbeitswissenschaftler Erhebungsbogen zur Tätigkeitsanalyse. In: Rohmert, W.; Rutenfranz, J.: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen Arbeitsplätzen. Bonn: Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, 1975. 251: 293.
- Landau, K.; Rohmert, W.: Recent developments in job analysis. Taylor & Francis, 1989. 16:19.
- Landau, K.; Rohmert, W.; Imhof-Gildein; Mücke, S.: AET-Belastungsanalyse und arbeitsbedingte Erkrankungen. Forschung FB 746. Bundesanstalt für Arbeitsschutz. 1996. 40:44.
- Landau, K.; Rivas, R. R.: Procedimiento de Análisis Ergonómico de Tareas - AET. Revista Salud Ocupacional de la SMT-BA. N° 68. Octubre-diciembre de 1997. pp. 12:17.
- Lorenz, D. Rivas, R. R.: Investigación: Mediciones con electrocardiograma en el puesto de trabajo. Instituto Fraunhofer. Stuttgart, Alemania. 1986.
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health, USA): Work practices guide for manual lifting; DHHS (NIOSH). Publication N° 81-122, Cincinnati, Ohio, 1981.
- OIT: Peso máximo en el levantamiento y el transporte de cargas. Serie Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo N° 59, 1988.
- REFA-Fachausschuß Chemie: Handhaben von Lasten; Darmstadt, 1987.
- Rivas, R. R.: Medición telemétrica de esfuerzo y magnitudes condicionantes "II Congreso Latinoamericano de Higiene y Seguridad", Buenos Aires, 1987.
- Rivas, R. R.: Decisiones en el levantamiento de carga con ayuda de P.C.. C/Diskette. Editorial Universidad, 1992.
- Rivas, R. R.: Biomecánica de la manipulación de carga. Editorial Universidad, 1994.
- Rivas, R. R.: Manipulación de carga: Dos métodos analíticos de aplicación práctica, N° 58, enero- marzo de 1995.
- Rivas, R. R.: Consideraciones ergonómicas sobre el trabajo muscular estático, N° 62, enero marzo de 1996.
- VDI: Handbuch der Arbeitsgestaltung und Organisation. Verlag Dr. O. Schmidt. K.G. Köln, 1980.

Con posterioridad a los trabajos mencionados en el estudio anterior, se publicaron dos libros sobre el tema ergonomía.

- Rivas, R. R.: Ergonomía Aplicada: La carga y el esfuerzo en el diseño de sistemas productivos. Editorial Dunken. Buenos Aires. 2000. ISBN 950-518-519-1.
- Rivas, R. R.: Ergonomía y Desarrollo: Integración de los factores socioproductivos en la gestión. Editorial Dunken. Buenos Aires. 2001. ISBN 987-518-631-7.

Los programas demostrativos didácticos para cálculo de los métodos ejecutable en entorno Windows, tales como; NIOSH, Burandt y Trabajo Muscular Localizado (repetitivo) se pueden bajar de la home page [www.ergocyp.com](http://www.ergocyp.com)