

## Dossier Temático

### Pesquisa Empírica

# Criterios ergonómicos constructivos para un desarrollo sustentable orientado a mejorar la calidad de vida laboral

Elías Apud<sup>1</sup> y Felipe Meyer<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Unidad de Ergonomía,  
Facultad de Ciencias Biológicas,  
Universidad de Concepción  
Casilla 160 C  
Concepción, Chile  
<sup>1</sup> [eapud@udec.cl](mailto:eapud@udec.cl)  
<sup>2</sup> [fmeyer@udec.cl](mailto:fmeyer@udec.cl)

**Resumo** Esta contribuição retoma os estudos realizados nos últimos dez anos em minas chilenas (600 situações de trabalho). A metodologia inclui: uma avaliação das características antropométricas e da composição corporal dos trabalhadores; observações no terreno orientadas por uma lista de verificação predefinida pela equipa; medidas de carga fisiológica, realizadas por registo contínuo da frequência cardíaca, estimadas face à sua distribuição temporal. Discute-se a importância de uma integração da ergonomia em sistemas de investimento de capital, uma vez que se detectam múltiplas falhas na concepção das situações que recorrem ao trabalho humano. Propõe-se, e concretiza-se em dois estudos desenvolvidos noutros sectores, uma abordagem sistemática, que ultrapassa as noções de posto e de situação de trabalho, encarando-as enquanto processos e sistemas integrados. Sublinha-se necessidade de programas de manutenção dos elementos que influenciam o conforto das equipas. Finalmente, faz-se referência a programas que suscitem nos trabalhadores a atenção ao seu estado de saúde. Conclui-se que é fundamental criar pólos de desenvolvimento ergonómico no interior das empresas, o que exige um incremento de conhecimentos em todos os níveis hierárquicos.

**Palavras-chave** actividade mineira; investimento de capital; antropometria; sobrecarga postural; carga fisiológica de trabalho

## 1. Introducción

En Latinoamérica, la Ergonomía se ve enfrentada a dos grandes desafíos. Por una parte, se requiere mejorar los métodos tradicionales de trabajo manual y, por otra, crear conciencia para introducir tecnologías apropiadas, vale decir, aquellas que conduciendo a un aumento de la productividad, presenten el menor riesgo para la seguridad, la salud y el bienestar de los trabajadores.

En Chile, los mayores esfuerzos se han realizado en empresas que utilizan mano de obra intensiva, en sectores tales como el forestal, pesquero y, en menor escala, agrícola, (Apud & Valdés, 2000; Apud, Meyer & Maureira, 2002; Apud, Lagos & Maureira, 2003; Apud & Meyer, 2004; Gutiérrez, Apud & Neira, 2000). El camino no ha sido fácil, pero con estudios sistemáticos se ha logrado ir motivando a los empresarios para introducir cambios que incrementen el bienestar de sus trabajadores. Un ejemplo que sustenta esta afirmación es el desarrollo alcanzado en el sector forestal chileno, logrado a través de una línea de investigación sostenida que, en la actualidad, supera los 35 años. Los primeros estudios en el campo forestal se orientaron a mejorar las condiciones de vida en los campamentos, que son los hogares temporales para estos trabajadores. Los dormitorios, áreas de recreación y comedores que habitualmente usaban estaban lejos de las condiciones mínimas de higiene y comodidad. Lo mismo ocurría con la alimentación, que en trabajos manuales de alta intensidad, debe ser aportada en cantidad suficiente para equilibrar los requerimientos calóricos y de nutrientes que demandan estas tareas, (Apud, 1998). Cumplidos los requisitos básicos de vivienda, alimentación y recreación, los trabajadores requerían ser capacitados, siendo esta la instancia precisa para reforzar técnicas seguras de trabajo. Las etapas descritas fueron una condición previa a la adaptación ergonómica de herramientas, técnicas y métodos de trabajo. Los resultados hasta ahora obtenidos han sido francamente auspiciosos y, aunque aún falta mucho por hacer, se observa mejoría en la calidad de vida laboral y aumentos en la productividad, (Apud et al., 2003; Apud & Meyer, 2004). En este análisis no ha estado ausente el establecimiento de niveles de rendimiento que respeten las ca-

pacidades de las personas, lo que ha permitido recomendar criterios para el cálculo de salarios justos, acordes al esfuerzo que un trabajador puede realizar sin exigencias desmedidas que lo conduzcan a la fatiga (Apud et al., 2000).

Los estudios antes mencionados han sido realizados en pequeñas y medianas empresas. Sin embargo, problemas similares se observan en grandes empresas, donde coexisten métodos muy básicos de trabajo, con tecnologías altamente sofisticadas. Un ejemplo es lo que ocurre en Chile en la gran minería del cobre, el área más importante para la economía del país, donde la explotación del mineral es realizada, tanto por empresas privadas transnacionales, como por la empresa estatal más grande de Chile. Estudios realizados en la industria minera, han revelado que el aumento de la productividad tiende a asociarse con mecanización, lo que no siempre redundo en tecnologías apropiadas, detectándose deficiencias de diseño en máquinas y procesos de alto costo, por no incorporar criterios ergonómicos que apunten a una buena adaptación de los usuarios. Por lo general, cuando se innova, o se planifica un nuevo proceso, existe bastante claridad respecto a niveles de producción y calidad del producto que se obtendrá. Sin embargo, los planificadores deben analizar también en profundidad los efectos que dichos sistemas tendrán sobre la calidad de vida de los trabajadores (Apud & Meyer, 2008).

Si se plantea el desarrollo industrial con una perspectiva de futuro, es necesario señalar que la Ergonomía, introducida como un elemento básico en todo el desarrollo del ciclo inversional de proyectos, desde la concepción de una idea hasta la puesta en marcha de un proyecto, será un elemento cada vez más importante para el desarrollo de actividades “sanas” y productivas. Lamentablemente, en América Latina, nos encontramos en una etapa en que recién algunas de las grandes empresas, empiezan a vislumbrar la importancia de trabajar con un criterio constructivo y no esperar hasta que la carencia de principios ergonómicos comience a generar problemas que, en lo inmediato, alteran el bienestar de los trabajadores, incidiendo negativamente en la productividad y en el mediano y largo plazo pueden generar enfermedades y accidentes con un alto costo económico y social. Bajo estas condiciones es difícil hablar de desarrollo sustentable.

La presente comunicación es una recopilación basada en estudios realizados en los últimos diez años en empresas mineras chilenas, sector que está experimentando un importante crecimiento. El objetivo es ejemplificar los errores que se cometen al no incorporar criterios ergonómicos de anticipación para lograr una buena adaptación entre hombre y trabajo y destacar la importancia de emplear el conocimiento existente sobre las características antropométricas y fisiológicas de los trabajadores, en la incorporación de nuevas tecnologías y también en la corrección de los métodos de trabajo empleados actualmente.

## 2. Material y métodos

Este estudio, de carácter descriptivo, se basa en las evaluaciones realizadas en 600 puestos y sistemas de trabajo en empresas mineras privadas y estatales entre 1998 y 2008. Incluye trabajos realizados en minería de superficie y subterránea, como asimismo actividades realizadas en plantas de elaboración.

### 2.1. Evaluaciones realizadas en los trabajadores

Los estudios fueron realizados en trabajadores a los cuáles se les registró la edad, el peso y la estatura con una balanza clínica (Tanita, Japón). En algunas empresas, se pudo seleccionar muestras para estudios antropométricos que permitieran avanzar en la elaboración de una base de datos de tamaño corporal de trabajadores mineros. Para ello se emplearon instrumentos y técnicas recomendadas por el Programa Biológico Internacional, (Harrison, Weiner, Tanner & Barnicot, 1977). Las definiciones de cada medida antropométrica corresponden a las propuestas por Ávila, Prado y González (2001). En los mineros también se evaluó la composición corporal empleando una técnica basada en la medición de 4 pliegues de grasa subcutánea, (Durnin & Womersley, 1974), validada para poblaciones chilenas (Apud & Jones, 1980).

### 2.2. Evaluaciones en terreno

Las observaciones en terreno se hicieron empleando una lista de verificación, diseñada por Meyer & Apud (2001) que contempla los siguientes aspectos: postura de trabajo, transporte manual de carga, agentes ambientales, jornada de trabajo, seguridad, herramientas y equipos, Iluminación, factores climáticos, ruido, vibraciones, interfase hombre-máquina, carga física y carga mental. En aquellos factores en que se observó la necesidad de mediciones objetivas, éstas se realizaron empleando técnicas descritas por Apud et al (2002). Independientemente, en cada puesto de trabajo evaluado se realizaron estudios de tiempo, a lo menos durante una jornada, con el método de tiempo corrido propuesto por la Organización Internacional del Trabajo (1996). Paralelamente, se evaluó la carga fisiológica de trabajo midiendo en forma continua la frecuencia cardíaca, durante la jornada completa, empleando un sistema telemétrico (Polar Vantage, Finlandia). Los latidos cardíacos fueron convertido a porcentaje de carga cardiovascular en la forma descrita por Apud et al. (2002).

## 3. Resultados

Partiendo por la más general, llama la atención la escasa atención que se presta a las características antropométricas de los trabajadores, aún cuando en Chile existen estándares de tamaño corporal de población chilena, basado en una muestra de 2030 hombres entre 17 y 60 años de edad y 1735 mujeres en el mismo rango de edad, (Apud & Gutiérrez, 1997). Como se señaló en la metodología, hoy en día también se está recopilando infor-

mación acerca de las características antropométricas de trabajadores mineros, disponiéndose de una base de datos de 340 varones, que esperamos se comience a usar en la selección de tecnologías tanto nacionales como foráneas (Apud & Meyer, 2008). Este problema que es común en América Latina requerirá una mayor integración. Un primer paso, por cierto muy importante, es el que realizó Ávila et al. (2001) al recopilar información de dimensiones antropométricas de población latinoamericana, incluyendo México, Cuba, Colombia y Chile. En este sentido, sería recomendable que instituciones como la Unión Latinoamericana de Ergonomía (ULAERGO) fomentarán estudios y programas de difusión integrados, orientados a prevenir problemas como los que se describirán a continuación.

### 3.1. Construyendo empresas para seres humanos

Como se señaló, uno de los aspectos en que se ha puesto escasa consideración en nuestro medio, es en el impacto que tiene sobre la población el no considerar las características antropométricas y funcionales del ser humano en el diseño de infraestructura. Muchos accidentes y enfermedades asociadas al trabajo tienen su origen en la mala distribución de áreas de trabajo y circulación, ubicación de equipos, accesibilidad de los elementos de interacción hombre trabajo, incluyendo labores de mantención, que son verdaderamente críticas si no se considera las facilidades para su ejecución.

En este sentido, hay aspectos que son de fácil implementación en las etapas básicas de diseño, pero en etapas posteriores, sus modificaciones involucran grandes costos y cambios estructurales que hacen imposible su corrección. A manera de ejemplo, uno de los elementos más básicos que debe considerar el diseño de espacios, es que las personas puedan circular libremente sin riesgos de golpes. La altura y los espacios de las áreas de circulación deben ser pensados en las personas de mayor tamaño corporal. Aún cuando esta es una afirmación de una lógica irrefutable, en la práctica esto no siempre se cumple. Como se ve en la figura 1a, personas de tamaño normal pueden golpearse la cabeza por estructuras muy bajas, difíciles de modificar, sin intervenciones de ingeniería mayor. Esto ocurre en plantas antiguas, pero también se observa en plantas de reciente construcción. Por ejemplo, observe en la figura 1b, la forma en que al final de una escalera cruza un tubo a 70 cm. de altura y el trabajador tiene que pasar por debajo para continuar su trayecto.



Figura 1: Imágenes de problemas estructurales

Los ejemplos anteriores se refieren sólo a áreas de circulación, pero la situación se puede tornar bastante más compleja, cuando elementos que requieren ser accionados por personas, son ubicados sin ninguna consideración de las dificultades que tendrán los usuarios. Para ilustrarlo con un ejemplo, en una planta construida en 1997, se pudo observar que en el acceso para accionar numerosas válvulas, la mayoría de gran tamaño (24 a 36 pulgadas) y que requieren la aplicación de fuerzas, no se consideró en su diseño facilidades para la operación. Como resultado y a pesar de todas las recomendaciones, los trabajadores se exponen a riesgos, improvisando formas de acceso, que, no sólo aumentan la carga de trabajo, sino que también son peligrosas. Un claro ejemplo se ilustra en la figura 2. Como se puede ver, el operador debe pasar por encima de una baranda, y pararse en un borde peligroso, en altura, para acceder al control. En esta tarea se han registrado accidentes por caída con serias consecuencias, lo que no es difícil que ocurra, dada la maniobra que debe efectuar el trabajador.

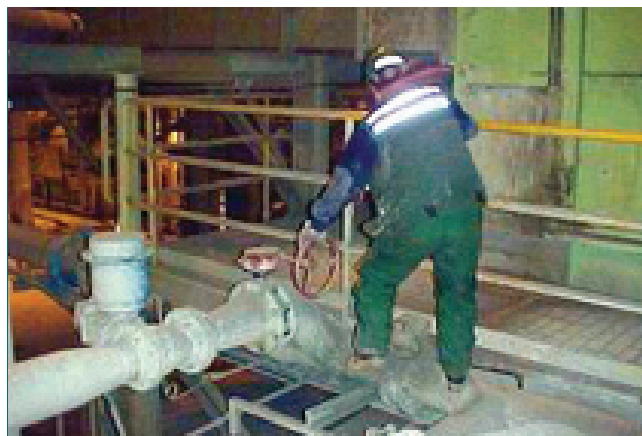


Figura 2: Acceso a un control ubicado sin criterio ergonómico.

Estos son sólo algunos ejemplos de los problemas de circulación, accesos y espacios, que son muy comunes en las empresas que se construyen sin criterios ergonómicos y que aumentan la carga de trabajo innecesariamente. En este sentido, muchas denominadas “acciones inseguras” pueden tener su origen en espacios de trabajo mal diseñados. En este contexto, en Chile existe conocimiento como para evitar estos problemas. Sin embargo, poco se aplican y no existe ninguna normativa que permita revisar los aspectos ergonómicos antes de iniciar la construcción de una empresa.

### 3.2. Los elementos de trabajo

La misma situación ocurre al momento de elegir los implementos que se incorporan para la ejecución de los trabajos. La relación del mobiliario con las características antropométricas de los usuarios, es el área por la que más se identifica la Ergonomía, lo que no significa ni que la especialidad se preocupe sólo de los muebles, ni que muchos implementos que se venden en el comercio tengan un verdadero sustento ergonómico. Sin embargo, en esta ocasión, no se hará referencia a muebles, aún

cuando conviene señalar que la incorporación de mobiliario en un área de trabajo, debe ser de acuerdo a la función que el operador cumple y que no es conveniente dejarse seducir por recetas que, más temprano que tarde, generan problemas posturales, aumentando así la carga de trabajo y el bienestar de las personas. Para este texto, hemos elegido un ejemplo bastante más crítico y que se refiere a la incorporación de tecnologías foráneas.

Los camiones de extracción minera tienen un costo que oscila entre 2.5 y 4 millones de dólares. En los últimos años, varias empresas solicitaron estudios, principalmente debido a los problemas de esguince cervical que se han venido produciendo en los operadores. En distintas evaluaciones, de camiones de varias marcas, se encontró que, en general, las cabinas y accesorios eran de buena calidad, pero detalles simples contribuían a la generación de los problemas detectados. Por ejemplo, la localización y características de los apoyas cabeza no permitían su objetivo principal, que es evitar que la cabeza se desplace violentamente hacia atrás provocando daño a nivel cervical. De acuerdo a lo observado en terreno, los apoyas cabeza evaluados, o no tenían regulación en altura, o se encontraban en mal estado. Como se puede observar en la figura 3, en dos trabajadores, de distinto tamaño, el borde superior del apoya cabeza queda en la región cervical, de manera que de producirse un impacto recibirían el golpe en la región más propensa a daño.



Figura 3: Apoya cabeza de dos camiones. Nótase que el borde superior queda ubicado en la región cervical.

Para la instalación de un apoya cabeza, es necesario considerar los criterios recomendados para su ubicación. La altura mínima debería ser equivalente al centro de gravedad de la cabeza, el que se ubica aproximadamente 9 cm por debajo del punto más alto de esta, debiendo considerarse también que la distancia entre la cabeza y el apoyo sea lo menor posible. Distancias mayores a 10 cm. se asocian con un aumento de síntomas de daño cervical cuando se producen impactos, (Bourbeau, Desjardins, Maag & Laberge-Nadeau, 1993).

Definida la ubicación correcta, la altura a la que debe ser colocado el apoya cabeza y su rango de ajuste, debe ser definido sobre la base del conocimiento de las características antropométricas de la población usuaria. En la tabla 1, se resumen aquellas de trabajadores mineros necesarias para definir las dimensiones y rangos de ajuste del apoya cabeza.

Medidas antropométricas	Promedio	Desviación Estándar	5 percentil	95 percentil
Estatura sentado	89,7 %	3,5 %	83,9 %	95,5 %
Altura ojo asiento	79,4 %	4,2 %	72,5 %	86,3 %
Altura hombro asiento	60,2 %	3,8 %	54,0 %	66,4 %

Tabla 1. Referencias antropométricas que permiten definir altura y rango de ajuste de apoya cabeza (Apud y Gutiérrez, 1997).

En la tabla 1, se puede ver el promedio, desviación estándar y el 5 y 95 percentil de estas dimensiones. El borde superior del apoya cabeza debería ir ubicado aproximadamente 1 cm por sobre la altura del ojo y su rango de ajuste mínimo debería permitir buen apoyo a trabajadores cuyas dimensiones se sitúen entre el 5 y el 95 percentil. En otras palabras, el punto más alto de apoyo debería oscilar entre 73.5 y 87.3 cm por sobre la altura del asiento.

En la figura 4, se resumen las dimensiones de respaldo y apoya cabezas, de uno de los camiones evaluados, como asimismo los rangos de ajuste recomendables. Como se puede observar, esta máquina, que no fue la excepción, disponía de un apoya cabeza que no daba buena protección ni siquiera a los trabajadores de tamaño más pequeño.

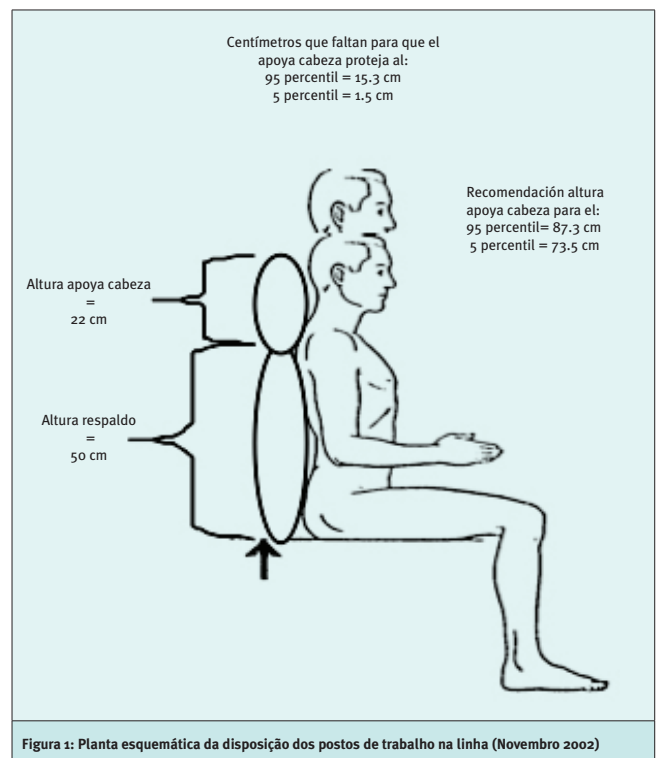


Figura 1: Planta esquemática da disposição dos postos de trabalho na linha (Novembro 2002)

El ejemplo descrito fue seleccionado porque revela lo difícil que es modificar cualquier elemento de una máquina, por simple que esto parezca. Analizada la factibilidad, en la práctica era más conveniente cambiar el asiento que efectuarle modificaciones. Sin embargo, la experiencia adquirida en la Unidad de Ergonomía de la Universidad de Concepción, indica que se producen situaciones en que, aunque las empresas se motiven a realizar los cambios, son los propios proveedores los que entorpecen las modificaciones; no permiten efectuar innovaciones ya

que las empresas corren el riesgo de perder las garantías si las modificaciones no se hacen con su aprobación. Desde este punto de vista, el único mecanismo es poner las exigencias al momento de adquirir las maquinarias. Esto es perfectamente posible en la medida que se utilice el conocimiento de la población para evaluar la tecnología que se incorpora. Aunque existen diferencias étnicas, la población latinoamericana tiene similitudes que, con mayor integración, permitiría que los fabricantes de tecnología prestaran más atención en los implementos que diseñan para nuestras poblaciones. Por ejemplo, los países fabricantes de automóviles que conducen por la izquierda, han adaptado sus diseños para países que conducen por la derecha. De lo contrario no podrían comercializar sus productos. La reflexión es: ¿no sería lógico que nuestras empresas exigieran al momento de adquirir tecnología, medidas que salvaguardaran la integridad física y mental de los trabajadores? Lamentablemente, a lo menos en Chile, no existen normas que regulen la incorporación de tecnologías foráneas e incluso nacionales. Afortunadamente, algunas empresas han tomado conciencia del problema y en conjunto estamos elaborando normas internas, en las que puedan apoyarse al adquirir nuevas maquinarias. Estas empresas, a través de un trabajo serio y de mediano plazo han comprendido que la mejor inversión en tecnología es aquella que se adapta a las características de los trabajadores. Cualquier modificación posterior implica costos importantes que no siempre están dispuestas o pueden asumir.

### 3.3. Organización ergonómica de los procesos

Para diseñar métodos que no impongan exigencias desmedidas en los trabajadores, es fundamental conocer las capacidades, limitaciones y necesidades de las personas que se integran a los procesos, teniendo en cuenta además, no sólo las tareas que realizan, sino que también el efecto del entorno físico, ya que agentes como el calor, el frío, la altura geográfica, etc., pueden aumentar significativamente la carga de trabajo y entorpecer la fluidez del proceso productivo. En este sentido, establecer límites para lograr el equilibrio, ya sea en la carga física o mental, requiere una visión sistémica del trabajo.

Si bien esta es una de las áreas más complejas y laboriosas de la Ergonomía, la organización de los procesos, desde la perspectiva de las acciones humanas, es una enorme necesidad, particularmente en países en desarrollo, en que, como se ha señalado, coexisten sistemas altamente mecanizados combinados con trabajos que requieren mano de obra intensiva. El tema es muy amplio, de manera que, sólo se mencionará algunos ejemplos que parecen especialmente relevantes.

#### 3.3.1. Problemas de organización ergonómica en trabajos con alta carga física

En el mundo laboral actual, se utiliza muy frecuentemente el concepto de polifuncionalidad, queriendo significar que, por su formación, los trabajadores son capaces de realizar varias actividades dentro de un proceso. Esto, en principio, permitiría cre-

ar mayor variación y poner equilibrio en la carga de trabajo. Sin embargo, desde un punto de vista ergonómico, la polifuncionalidad, que puede ser muy efectiva, en ocasiones se mal entiende y las actividades se comparten a intervalos que no ayudan en absoluto a equilibrar la carga de trabajo. Como antecedente básico, sólo se destacará que el aumento de los latidos cardíacos, es un muy buen indicador, del efecto de la combinación de trabajo físico y exposición a calor, sobre el sistema cardiovascular. En individuos jóvenes, se estima que una frecuencia cardíaca, promedio de una jornada, superior a 115 latidos por minuto debe considerarse trabajo pesado. Esta cifra equivale aproximadamente a 40% de carga cardiovascular.

En la tabla 2 se puede ver los resultados de los valores horarios promedio de porcentaje de carga cardiovascular obtenidos de un total de 507 horas de evaluación de carga cardiovascular, en trabajadores que realizaban distintas actividades. Las labores, enumeradas de uno a siete en la tabla, corresponden a actividades en un medio en que las temperaturas radiantes alcanzan hasta 90°C.

Actividad	% carga cardiovascular			
	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
1	25,0 %	5,9 %	48,0 %	9,6 %
2	24,8 %	9,7 %	59,0 %	14,0 %
3	26,8 %	8,9 %	51,2 %	9,4 %
4	24,5 %	2,8 %	48,6 %	12,0 %
5	30,7 %	13,1 %	57,6 %	10,7 %
6	26,0 %	7,5 %	45,6 %	10,2 %
7	30,2 %	8,5 %	64,5 %	11,5 %

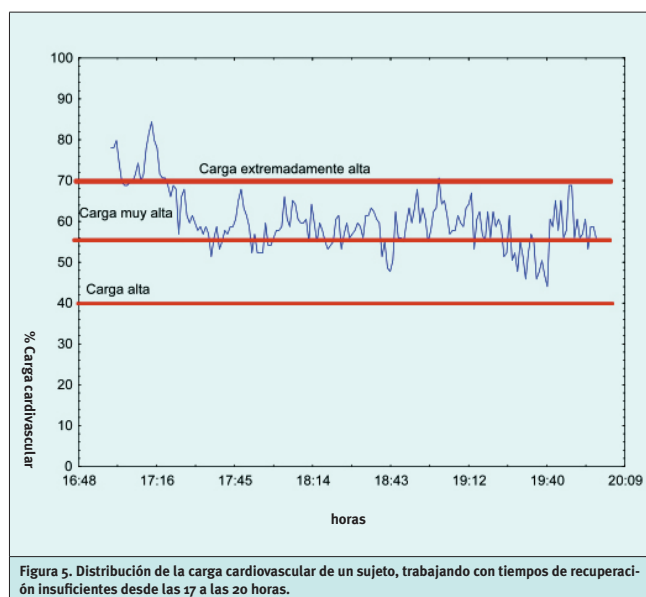
Tabela 2: % Carga cardiovascular durante distintos trabajos realizados por una cuadrilla en una fundición de cobre. Los valores fueron obtenidos de los promedios por hora de un total de 507 horas de control.

Como se puede observar, los valores de carga fisiológica de trabajo, promedio de los períodos de actividades en ambiente caluroso, incluyendo también trabajos fuera de los lugares críticos y pausas, permiten calificar todos los trabajos evaluados como moderados. Esto puede interpretarse como que los equipos de trabajo están bien organizados y que la carga se reparte equitativamente entre los trabajadores que componen la cuadrilla. No obstante, el promedio sólo es el reflejo de que en las jornadas de evaluación, los tiempos de recuperación fueron suficientes para que los trabajadores no superaran el límite de 40% de carga cardiovascular como promedio de la jornada. Como se puede ver en la tabla 3, los tiempos de recuperación en áreas frescas y la colación en un lugar separado, alcanzaron casi el 60% de la jornada.

Actividades	% Jornada	% Carga Cardiovascular
Principales	27,4 %	50,9 %
Secundarias	13,0 %	30,2 %
Pausas de recuperación	49,9 %	23,1 %
Colación	9,7 %	23,8 %

Tabla 3. Porcentaje de tiempo y carga cardiovascular

En estudios de esta naturaleza, no es conveniente sacar conclusiones basadas en promedios, por muy laboriosa y detallada que sea la metodología empleada. Por esta razón, aún cuando generalmente no es posible definir todas las situaciones que se pueden presentar en una actividad, a lo menos es necesario identificar las condiciones extremas que se pueden dar, que es precisamente cuando las medidas de organización pueden contribuir a reducir los riesgos. En el estudio que se analiza, hubo una jornada particularmente crítica que se sintetiza en la figura 5.



La información resumida en la figura 5, muestra la variación de la carga cardiovascular, en la segunda mitad de una jornada, en que el trabajo fue extremadamente pesado. El motivo: cuando la calidad del metal es baja, los operadores deben realizar un mayor número de actividades en áreas de temperaturas extremas. En la figura 5, se puede ver que la carga cardiovascular en más de 3 horas de trabajo no bajó del 44%, lo que indica que el trabajador nunca logró recuperarse completamente. Esto se debió a que al inicio del período evaluado, trabajó a niveles extremadamente pesados, en que la carga cardiovascular alcanzó cerca del 85%. Como permaneció en el área haciendo trabajos frecuentes, las recuperaciones en el medio caluroso no fueron suficientes, por lo que trabajó todo el período aludido en estado de fatiga. ¿Se puede hablar en estos casos de poli funcionalidad? Ciertamente que no, pero para afirmarlo categóricamente es necesario revisar las actividades que realizan los otros trabajadores de la cuadrilla. En el estudio aludido se pudo constatar

que tres de las siete actividades ejecutadas por un total de nueve trabajadores se hacían permanentemente en lugares de baja temperatura radiante. Por lo tanto, existía la posibilidad de rotación de tareas entre ellos. En este contexto fue necesario determinar la sobrecarga producida por la temperatura radiante y el tiempo que los trabajadores podían permanecer expuestos sin llegar a la fatiga, para establecer procedimientos de rotación de tareas que efectivamente contribuyeran a reducir la sobrecarga fisiológica de trabajo. Se verificó que la temperatura radiante incidía en forma directamente proporcional en la carga cardiovascular y que los niveles más altos alcanzados durante el trabajo, se asociaban con la exposición continua de mayor duración que tenía cada trabajador, lo que era independiente del tiempo total de trabajo. Los antecedentes recopilados demostraron que no era recomendable que los trabajadores permanecieran trabajando en forma continua más allá de 15 minutos. Estos hallazgos sólo fueron una confirmación de lo demostrado por Apud et al. (2002) en trabajadores que combaten incendios forestales.

Los resultados revelaron la necesidad de revisar los procedimientos de trabajo, particularmente cuando la temperatura del metal no era la adecuada, debido a que esto obligaba a que los trabajadores permanecieran más tiempo en las zonas críticas. De manera tal que, existiendo posibilidad de rotación dentro de la misma cuadrilla, ésta debería organizarse para que los trabajadores no se expusieran continuamente por más de 15 minutos.

El estudio descrito, es sólo una síntesis de una investigación más amplia, orientada a buscar formas de equilibrar la carga de trabajo, a través de una mejor distribución de los esfuerzos. Sin embargo, a nuestro juicio, lo importante es que revela la complejidad de cada uno de los temas asociados a la organización ergonómica del trabajo. Por esta razón, preocupa ver que, hoy en día, se hacen peritajes para determinar la intensidad de los esfuerzos durante una y a veces media jornada, muchas veces sin evaluaciones objetivas, sacando conclusiones que pueden afectar seriamente a los trabajadores. En otras palabras, hay situaciones en que la detección de problemas ergonómicos es simple, como por ejemplo, es obvio que en una fundición hay situaciones de extremo calor. Sin embargo, ese es sólo el comienzo de un camino difícil, ya que el diagnóstico es sólo un medio para llegar al verdadero fin de un estudio ergonómico que es mejorar la calidad de vida laboral, en equilibrio con la producción. Esto requiere una visión multidisciplinaria, con la participación de todos los involucrados en el proceso productivo, siendo particularmente importante la participación de los trabajadores, que son los directamente afectados por las deficiencias ergonómicas en la organización de su trabajo.

### 3.3.2. Ejemplo de problemas de organización ergonómica en trabajos con alta carga comunicacional

En Chile, en la gran minería del cobre, el despacho de camiones de extracción de material en las minas a tajo abierto, es una tarea

crítica por la responsabilidad de la actividad y la sobrecarga sensorial permanente a que están enfrentados estos trabajadores. Los operadores se apoyan en sistemas computacionales, que controlan desde un número variable de pantallas. En términos simples, estos programas destinan los camiones a las palas y desde ellas a los chancadores o vertederos. También coordinan las detenciones, mantenciones, recargas de combustible, etc. La sobrecarga sensorial ya mencionada, se debe a que el trabajador está permanentemente interactuando con el sistema computacional y se comunica por radio con los camiones, supervisores, palas, etc. En otras palabras, debe estar alerta permanentemente con una importante sobrecarga auditiva, visual y de rápida toma de decisiones, las cuales obviamente son de gran responsabilidad. En un caso estudiado, se observó que el operador podía estar comunicado con 5 ó 6 personas al mismo tiempo, por lo que debía priorizar sus decisiones, de acuerdo a lo que su criterio le indicaba. Empleaba una radio de 16 canales, aunque normalmente trabajaba con 4 canales. Incluso, existía en el puesto de trabajo un teléfono, abierto, que en ocasiones, el operador no podía contestar frente a la presión para tomar decisiones importantes, lo que implicaba que, en determinados momentos, tenía que comunicarse por radio, hablar por teléfono y tomar decisiones rápidas interactuando con el computador.

En los estudios de tiempo, se pudo detectar varias situaciones donde estos mensajes se mezclaban y el operador debía elegir una opción, dejando otras en espera. Cabe destacar que, en los estudios de tiempo, se detectó además que la sobrecarga visual de este trabajador, determinada por la observación de las 2 pantallas de computador y de la mina, era de un 95% de la jornada. De manera tal, que las señales auditivas siempre se superponían con la necesidad de visualización del operador.

Lo descrito, era la situación habitual, que se tornaba mucho más compleja cuando se producían emergencias o “cuellos de botella” por motivos operacionales o por desperfectos. Es necesario destacar, que la sala donde se encontraba el operador contribuía a aumentar las interferencias con el trabajo específico que debía realizar. Debido al estrés que sufrían estos operadores, la principal recomendación en esta tarea fue que el trabajador debía tener mayor tiempo de pausas. La carga comunicacional y la cantidad de distractores a que se veían enfrentados, tendían a retardar sus reacciones y, por fatiga, también cometían más errores. Estos pequeños incidentes y demoras, al irse sumando, interferían en la labor principal del despachador que era la optimización del sistema, generando una situación de constante tensión.

Considerando que la organización del sistema de trabajo, contemplaba un solo trabajador en esta actividad, era imposible proponer un sistema de pausas. Cabe destacar que este trabajo se realizaba en jornada de 12 horas y por turnos. De manera tal, que si se considera que un trabajo de esta naturaleza debería permitir a lo menos una pausa de 5 minutos por hora, una pausa más larga de 15 minutos en períodos intermedios de la jornada

y tiempo para un almuerzo normal, la principal recomendación en este caso, fue la incorporación de una segunda persona, su gerencia que fue acogida por la empresa ya que el costo de incorporar un segundo operador se compensaba con creces frente a las pérdidas de producción derivadas de los retardos producidos por la sobrecarga del operador.

### 3.4. Mantención de los elementos de confort

Un sistema ergonómicamente bien diseñado, no garantiza que se mantendrá en las mismas condiciones durante toda su vida útil. Lamentablemente, lo más común es que en las empresas se efectúe mantención periódica de los elementos mecánicos que garantizan la continuidad de los procesos, pero escasa importancia se le otorga a los aspectos que proveen confort a los operadores. Al no haber criterios definidos, se van sumando detalles que aumentan la carga de trabajo, generan pérdidas de tiempo y retardan la productividad. Ejemplos hay a cada paso, pero sólo se describirá uno que revela que, aunque las soluciones son simples, generalmente en nuestro medio no hay conciencia de la necesidad y el impacto que puede ocasionar en los trabajadores el desempeñarse en un entorno en que no cuenta con los elementos básicos para mantener la comodidad y seguridad.

Las deficiencias en el control climático de las cabinas de maquinarias pueden tener una fuerte incidencia en el rendimiento cuando se trabaja a altas temperaturas. Un ejemplo de interés se sintetiza en la figura 36, en que se puede ver un seguimiento de seis horas a una máquina que tenía el aire acondicionado descompuesto. Como se observa, a la hora de más baja temperatura radiante en la cabina, en las últimas horas de la jornada, la máquina alcanzó un rendimiento de 100% en relación a lo esperado. En cambio, a la tercera hora, en que la temperatura radiante alcanzó 38°C, el rendimiento fue un 28% más bajo. Esta cifra es altamente significativa y justifica plenamente la necesidad de mantener los elementos que permiten a los operadores realizar su trabajo en un ambiente confortable.

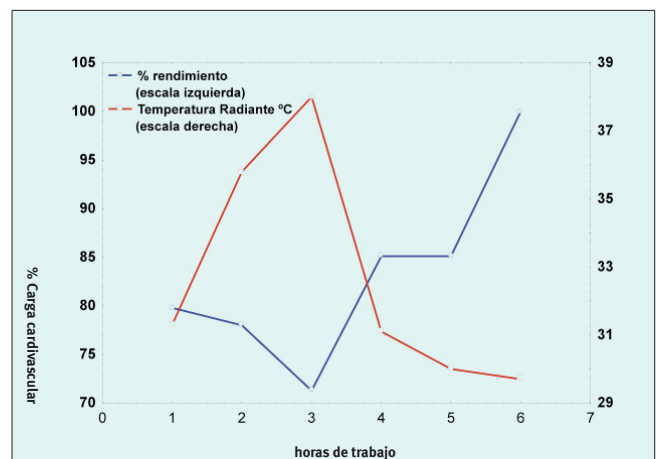


Figura 6. Relación entre temperatura de globo (°C) y rendimiento hora a hora (expresado en porcentaje del máximo esperable) para un día de trabajo, en una máquina con aire acondicionado descompuesto.

### 3.5. Los trabajadores: mejoría de aptitudes y auto cuidado

Además del natural proceso de envejecimiento, que hace variar las capacidades y habilidades de los seres humanos, la evolución de las sociedades modernas tiende a convertir a las personas en entes sedentarios. Hay que considerar que personas bien seleccionadas para un determinado trabajo, pueden evolucionar de tal manera que, al cabo de un tiempo, no se ajusten al perfil requerido para desempeñar eficientemente dicha actividad. Desde un punto de vista ergonómico, lo recomendable es desarrollar programas para el fomento del auto cuidado, utilizando sistemas de educación continua, en temas en que los propios trabajadores pueden contribuir a mejorar su adaptación al trabajo. Entre otros aspectos, hay algunos particularmente importantes en el mundo laboral actual, que requieren con urgencia una mayor participación de los trabajadores, tales como sedentarismo y obesidad, problemas posturales, trabajo repetitivo, manejo de materiales y manejo del estrés. En este sentido, conseguir un medio laboral “sano” no es sólo responsabilidad de la empresa sino que también de los trabajadores, razón por la cual ellos requieren contar con información que les ayude a su autoprotección.

## 4. Síntesis de conclusiones

En este documento se han descrito algunas aplicaciones prácticas de la Ergonomía que apuntan a objetivar y reducir los riesgos para los trabajadores. Es importante reconocer que, bajo las formas que actualmente se ejecutan, muchos trabajos tienen componentes que los hacen pesados. Sin embargo, siempre existe la posibilidad de aplicar medidas ergonómicas para evitar el deterioro que estas actividades producen. Un modelo ergonómico exitoso sólo puede lograrse con criterios integradores. La promoción de la Ergonomía en las empresas requiere una seria labor de difusión, de manera que todas las personas involucradas, desde trabajadores a ejecutivos, comprendan cuáles son los objetivos de los estudios ergonómicos y los beneficios que se pueden lograr con su aplicación.

Finalmente, conviene señalar que la aplicación correcta de la Ergonomía en las empresas, debe ser participativa, ya que los estudios son laboriosos. Aunque existe una parte de la Ergonomía muy “visual”, que permite detectar los problemas con cierta facilidad, hay muchos aspectos que demandan estudios detallados, que toman tiempo y que requieren de especialistas integrados en equipos con personal de las empresas.

En consecuencia, es fundamental crear polos de desarrollo ergonómico al interior de las empresas, lo que requiere incrementar el conocimiento en todos los niveles, desde las personas que toman las grandes decisiones hasta los propios trabajadores que son los directamente afectados por la falta de Ergonomía. Esto permitirá generar programas permanentes en el tiempo,

superando la etapa de estudios aislados, que en Chile han sido numerosos, pero que sólo tienden a cuantificar la existencia de problemas ergonómicos que afectan la seguridad, la salud y la calidad de vida laboral, sin llegar a corregirlos.

## Referências Bibliográficas

- Apud, E. (1998). Living Conditions. In *ILO Encyclopaedia on Occupational Health and Safety. Chapter 68: Forestry* (pp. 68.36). Geneva: International Labour Office.
- Apud, E. & Gutiérrez, M. (1997). Diseño Ergonómico y características antropométricas de mujeres y hombres adultos chilenos. *Primeras Jornadas Iberoamericanas de Prevención de Riesgos Ocupacionales*, Santiago del Chile, Chile.
- Apud, E., Gutiérrez, M., Maureira, F., Lagos, S., Meyer, F. & Chiang, M. (2002). *Guía para la evaluación de trabajos pesados*. Concepción, Chile: Ed. Trama.
- Apud, E. & Jones, P. (1980). Validez de la medición de los pliegues de grasa subcutánea en estudios de composición corporal. *Revista Médica de Chile*, 101, 661-673.
- Apud, E., Lagos, S. & Maureira, F. (2003). *Estudio ergonómico en plantas salmoneras de la X región. Cuaderno de investigación 1*. Santiago del Chile: Departamento de Estudios, Dirección del Trabajo.
- Apud, E., Meyer, F. & Maureira, F. (2002). *Ergonomía en el combate de incendios forestales*. Concepción, Chile: Ed. Valverde.
- Apud, E. & Meyer, F. (2004). Ergonomics. In J. Burley, *Encyclopedia of Forest Sciences* (pp. 639-645). Londres: Elsevier.
- Apud, E. & Meyer, F. (2008). Ergonomía en la minería: situación actual y proyecciones futuras. *XIV Jornada Nacional de Salud Ocupacional. Consejo Nacional de Seguridad*. Santiago de Chile, Chile.
- Apud, E. & Valdés, S. (2000). Ergonomic research in developing countries as a contribution to increase productivity and social development. In B. Krishnapillay, & E. Soepadmo, *Forest and Society: The Role of Research* (pp. 617-627). Kuala Lumpur: IUFRO.
- Ávila, R., Prado, L. & González, E. (2001). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*. Guadalajara: Pandora.
- Bourbeau, R., Desjardins, D., Maag, U., & Laberge-Nadeau, C. (1993). Neck injuries among belted and unbelted occupants of the front seat of cars. *J. Trauma*, 35, 5, 794-799.
- Durnin, J. & Womersley, R. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfolds thickness: measurements on 481 men and woman aged from 16 to 72 years. *Br. J. Nutr.*, 32, 77-97.
- Gutiérrez, M., Apud, E. & Neira, S. (2000). Prevención de trastornos por uso excesivo de extremidad superior: esquemas de trabajo-pausa. *Cuadernos Médico Sociales*, XLI, 3, 28-35.
- Harrison, G., Weiner, J., Tanner, J. & Barnicot, N. (1977). *Human Biology*. Londres: Oxford University Press.
- Meyer, F. & Apud, E. (2001). *Autodiagnóstico ergonómico: Una experiencia aplicada. Informe proyecto investigación: Ergonomía en la empresa minera Collahuasi*. Concepción, Chile: Unidad de Ergonomía, Universidad de Concepción.
- Oficina Internacional del Trabajo. (1992). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: OIT.



## *Critérios ergonómicos construtivos de um desenvolvimento sustentável orientado para a melhoria da qualidade de vida no trabalho*

**Resumen** La presente comunicación resume estudios realizados durante los últimos 10 años en la minería chilena, en que se han evaluado 600 estaciones y sistemas de trabajo. El objetivo es analizar los errores que se cometen al no incorporar criterios ergonómicos de anticipación para lograr una buena adaptación entre hombre y trabajo. En cuanto a la metodología, a los trabajadores participantes se les evaluó sus características antropométricas y composición corporal. En terreno, se realizaron observaciones empleando una lista de verificación diseñada en la Unidad de Ergonomía de la Universidad de Concepción y seguimientos, a lo menos de una jornada completa por cada estación de trabajo, en que se evaluó la distribución de tiempo y simultáneamente la carga fisiológica, mediante registros continuos de frecuencia cardiaca. Se discute la importancia de incorporar la Ergonomía en los sistemas de inversión de capital, debido a que se detectan múltiples falencias ergonómicas en el diseño de plantas, maquinarias, equipos, herramientas y, en general, en prácticamente la mayoría de los elementos de uso humano. También se analiza la necesidad de una mirada sistémica, que supere el concepto de puesto o estación de trabajo y se centre en los procesos como sistemas integrados. Este concepto, válido para trabajos de alta carga física y de altas demandas mentales, se ejemplifica con un estudio realizado en una fundición de cobre y otro efectuado en una central de operaciones encargada del despacho de camiones. Seguidamente, se enfatiza la necesidad de generar programas de mantenimiento de los elementos de confort de los equipos, por el efecto que esto tiene en sobre calidad de vida laboral y la productividad. Finalmente, se discute la necesidad de fomentar el auto cuidado de los trabajadores, a través de programas especialmente diseñados. Se concluye que es fundamental crear polos de desarrollo ergonómico al interior de las empresas, lo que requiere incrementar el conocimiento en todos los niveles, desde las personas que toman las grandes decisiones hasta los propios trabajadores que son los directamente afectados por la falta de Ergonomía.

**Palabras-clave** minería; inversión de capital; antropometría; sobrecarga postural; carga fisiológica de trabajo

## *Critères ergonomiques constructifs pour un développement durable orienté vers une meilleure qualité de vie au travail*

**Résumé** Cette contribution reprend des études réalisées ces 10 dernières années dans les mines chiliennes (600 situations de travail). La méthodologie inclut: une évaluation des caractéristiques anthropométriques et de la composition corporelle des travailleurs; des observations de terrain guidées par une liste de vérification prédéfinie par l'équipe; des mesures de charge physiologique, réalisées par registre continu de la fréquence cardiaque, estimées en regard de leur distribution temporelle. On met en exergue l'importance d'une intégration de l'ergonomie dans des systèmes d'investissement de capital, car de nombreux échecs sont relevés dans la conception des situations qui recourent au travail humain. Une approche systémique, dépassant les notions de poste et de situation de travail, et les envisageant en tant que processus et systèmes intégrés est proposée et concrétisée dans deux études menées dans d'autres secteurs. La nécessité de programmes de suivi des éléments intervenant dans le confort des équipes est soulignée. Finalement, on fait référence à des programmes suscitant chez les travailleurs une attention concernant leur état de santé. On conclut qu'il est fondamental de créer des pôles de développement ergonomique à l'intérieur des entreprises, ce qui exige de déployer des connaissances à tous les niveaux hiérarchiques.

**Mots-clé** mines; investissement de capital; anthropométrie; surcharge posturale; charge physiologique de travail

## *Ergonomic criteria constructive of a sustainable development oriented to the improvement of the quality of life at work*

**Abstract** This contribution is based on several studies made in Chilean mines (600 work situations) throughout the last ten years. The methodology includes: an evaluation of the workers anthropometric characteristics; field observations guided by a checklist predefined by the team; physiologic workload measurements gathered from continuous heart rate monitoring, estimated according to temporal distribution. The importance of integrating ergonomics into capital investment systems is discussed, as multiple problems were detected regarding the design of human workplace environments. A systemic approach that overtakes the notions of workplace and work situation is proposed and exemplified by two studies developed in different activity sectors. The need for programs that maintain the elements that influence the comfort of the teams is stressed. Finally, reference is made to programs that develop the attention that workers pay to their own state of health. The conclusion points out that it is fundamental to create spaces of ergonomic

**development which demand an increase of knowledge at every hierarchical level within companies.**

**Keywords** mining; capital investment; anthropometrics; posture overcharge; physiologic workload

### Como referenciar este artigo?

Apud, E. & Meyer, F. (2009). Criterios ergonómicos constructivos para un desarrollo sustentable orientado a mejorar la calidad de vida laboral. *Laboreal*, 5, (1), 17-26.

<http://laboreal.up.pt/revista/artigo.php?id=37t45nSU547112359222:993371>

*Manuscrito recebido em: Março/2009*

*Aceite após peritagem em: Junho/2009*