

## ERGONOMÍA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO

*Ergonomics in the production process of corrugated cardboard boxes*

Oscar Alexis Aránguez Jiménez<sup>1</sup>

### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar en forma integral, desde el punto de vista ergonómico, el proceso productivo de una empresa encargada de producir cajas de cartón corrugado. Para llevar a cabo esta evaluación, se realizaron visitas a terreno dos veces a la semana por un periodo de dos meses. El levantamiento de la información se realizó en base a inspección visual, entrevistas con supervisores y operarios de la planta, medición de factores ambientales asociadas al proceso productivo y, mediciones de los tiempos de trabajo de aquellas actividades que a criterio evaluador se tornaban repetitivas. Los resultados obtenidos arrojaron problemas ergonómicos asociados a posturas mantenidas, movimientos repetitivos, ruido e iluminación, así como carga psicológica asociada al sistema de turnos e interfaces. Si bien la empresa cuenta con un sistema altamente mecanizado, presenta factores que pueden poner en riesgo la productividad y la salud de los trabajadores.

**Palabras clave:** Postura, trabajo repetitivo, ruido, iluminación.

### Abstract

The objective of this study was to evaluate in an integral way, from the ergonomic point of view, the productive process of a company producing corrugated cardboard boxes. In order to carry out this evaluation, field visits were carried out twice a week for a period of two months. The

---

<sup>1</sup> Universidad Santo Tomás, Los Carrera 753, Osorno, Chile. [oscararanguel@santotomas.cl](mailto:oscararanguel@santotomas.cl)

information was collected based on visual inspection, interviews with supervisors and operators of the plant, measurement of environmental factors associated with the production process, and measurements of the work times of repetitive tasks. The results showed ergonomic problems associated with maintained postures, repetitive movements, noise and lighting, as well as psychological load associated with type of shifts and also due to the design of interfaces. In conclusion, although the company has a highly mechanized system, there are ergonomic problems that may impair the health of workers and also for the efficiency of the productive system.

**Keywords:** Posture, repetitive work, noise, lighting.

Fecha recepción: 05/04/2018    Fecha revisión: 10/07/2018    Fecha aceptación: 04/10/2018

## Introducción

El trabajo constituye un factor de liberación para el género humano, pero también, puede adquirir un carácter opresivo y violento (Jouvencel, 1994). En este sentido, por ambiente o condiciones del trabajo no sólo se deben entender los factores de la naturaleza física, química o técnica, que pueden existir en el puesto de trabajo, sino también deberán considerarse aquellos factores de carácter psicológico o social que puedan afectar de forma orgánica, psíquica, o social la salud del trabajador (Cortés, 2007).

Kanawaty (1996), en su libro “Introducción al Estudio del Trabajo”, ha propuesto varios elementos de análisis vinculados a las unidades productivas y al propio trabajo. Entre ellos, el *proceso del trabajo*, es decir, el tipo de producto, cómo se produce y cómo se valoriza. También incorpora la *organización del trabajo*, que determina la disposición de los puestos siguiendo la lógica del proceso y de las normas de producción. A su vez, además considera un *componente social*, entendiéndose por ello a la forma de gestión de la mano de obra, y a las relaciones humanas para obtener el compromiso por parte de los trabajadores para garantizar los objetivos en torno al producto (Ruiz-Frutos, 2006).

Por lo anterior, el hecho de realizar una evaluación ergonómica en terreno significa un reto, primero, en buscar una empresa dispuesta a ser “evaluada” desde un punto de vista ergonómico, abierta a escuchar propuestas de mejoras y de ser necesario evaluar la necesidad de realizar cambios respectivos en sus líneas de proceso.

El objetivo de este estudio fue evaluar en forma integral, desde el punto de vista ergonómico, el proceso productivo de una empresa ubicada en el sur de Chile, encargada de producir cajas de cartón corrugado y, de esta manera, entregar un diagnóstico ergonómico de sus diferentes líneas de proceso. Se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Conocer el sistema de trabajo y el entorno laboral.
- Medir factores ambientales asociados a la producción, específicamente ruido e iluminación.
- Proponer mejoras desde un punto de vista ergonómico integral.

### **Descripción del proceso productivo**

El proceso productivo cuenta con cuatro etapas principales: corrugado, conversión, paletizado y despacho. Cada una de estas etapas posee un equipo de trabajo.

Cabe mencionar que, en forma previa al inicio del proceso en el interior de la planta, se reciben y almacenan rollos de papel, los cuales llegan en camiones y son descargados por Mordaza, la que a su vez es la encargada de ordenar y apilar los rollos en “bodega o zona de rollos”. Además existe el área de matricería que, si bien no participa en forma directa en la línea productiva, es elemental, ya que alimenta el proceso de Conversión.

Por lo anterior, a continuación se describen, siguiendo un cierto orden secuencial, las principales etapas y áreas que conforman el proceso productivo.

#### ***1) Corrugado***

Esta etapa corresponde al primer proceso dentro de la planta. Se producen placas de cartón corrugado compuestas por 3 papeles: 2 tapas y una onda. En una primera fase se une la primera tapa con la onda, ondulándose esta última a través de un cabezal especialmente diseñado para este

propósito. Para lograr ondular el papel se aplica calor y humedad para lograr una mayor flexibilidad, y se aplica adhesivo en la cresta de las ondas para lograr pegar la primera tapa. Luego, el “monotapa” sube a un puente donde se seca y pasa a una segunda fase donde se pega la segunda tapa. Posteriormente, las placas de cartón corrugado se dimensionan en vertical y horizontal y son depositadas en apiladores. Las placas se identifican mediante etiquetas con códigos de barras y pasan a la etapa de conversión.

En esta línea trabajan 8 personas: un operador más dos colocadores de rollos, un oficial pegador, un operador de sala de control, un apilador superior, dos apiladores inferior. Trabajan en base a una meta diaria de 50.000 metros por turno, de lunes a sábado, en turnos de 08:00 a 16:00 horas y de 16:00 a 24:00 horas.

Por otra parte, existe un laboratorio de calidad que se encarga de evaluar el producto midiendo su espesor, humedad (8 a 9 % ideal) y gramaje de acuerdo a cada pedido.

## 2) *Conversión*

En esta etapa las placas de cartón corrugado son convertidas en cajas, por máquinas denominadas Dong Fang 3 y Dong Fang 4, donde se les otorga las características de forma y color, y se les realizan las impresiones con tinta. Matricería abastece a esta etapa de tintas, clisés y matrices. La máquina de conversión entrega un producto final, listo para ser embalado. Esta labor de conversión puede ser *a piso*, donde los pallets de placas de cartón se van apilando por una máquina a nivel del suelo, o bien *a mesa*, lo que requiere trabajo manual por parte de los operadores.

En esta etapa trabajan 3 personas: un cargador, encargado de dar inicio a la línea de conversión con pallet de placas con cartón corrugado, quien a su vez solicita cambios de matriz y clisés según pedidos; un maquinista, líder del equipo que se encarga de velar por la calidad de la placa de cartón final y que el pallet final posea una cantidad determinada de cajas; y un primer oficial, que apoya las funciones del maquinista y vela por mantener la velocidad de la línea acorde a la producción.

Aquí trabajan en sistema de turnos de lunes a sábado, de 08:00 a 16:00 horas; de 16:00 a 24:00 horas; y de 24:00 a 08:00 horas.

### **3) Matricería**

El primer proceso para los embalajes que llevan impresión es la creación de los clisés, elementos con los que se realiza la impresión de las placas de cartón. Los fotopolímeros (clisés) son plásticos sensibles a la luz. Una vez finalizado el proceso de impresión de las placas de cartón corrugado, estas pasan directamente a la matriz para que sean estampadas con una forma que más tarde dará la forma final al embalaje.

Las matrices, permiten hacer los cortes especiales al cartón utilizando el principio del estampado. Están compuestas por un tablero de madera curvo, rayadores, cortadores y gomas. Dichos elementos se ubican en la matriz basándose en los planos recibidos. De los antecedentes entregados por ingeniería más la experiencia del departamento de matricería, resulta la matriz que será usada finalmente para la producción del embalaje.

En esta área trabajan 4 personas: un volante, encargado de trasladar las tintas y clises a conversión; un matricero, encargado de llevar matrices a conversión y de repararlas en terreno o en su puesto de trabajo; un montajista, que realiza la costura o pegado de perfiles mailers, coloca tirantes en perfiles mailers, y lleva a cabo la revisión de polímeros (clisés) en general; y un jefe de matricería, quien es el encargado de organizar, supervisar y apoyar las funciones de matricería.

En relación a los horarios de trabajo, tanto el jefe de matricería como el montajista, trabajan de 08:00 a 17:30 horas, mientras que el matricero y el volante, trabajan en turnos de 08:00 a 16:00 horas, de 16:00 a 24:00 horas y de 24:00 a 08:00 horas, con sistema de rotación semanal.

### **4) Paletizado**

Es abastecida por cuatro máquinas convertidoras por una línea de rodillos automatizados. Trabaja una persona, quien revisa que las características de los pallets coincidan con los pedidos, y una vez confirmada esta información, pega en los pallets los códigos de barra con el destino de este. Luego el pallet es flejado (atado) mecánicamente, y finalmente es envuelto con film (envoltorio plástico) por una máquina llamada Lanchet. Una vez terminada esta etapa el pallet es transportado a la bodega de despacho.

Cabe señalar que en base al levantamiento de información de estadísticas de enfermedades o accidentes laborales que maneja el supervisor encargado del área de Prevención de Riesgos, la planta no presenta accidentes informados y enfermedades asociadas al trabajo desde mayo del 2012.

### **Materiales y métodos**

Para realizar un diagnóstico ergonómico en la empresa se realizaron visitas 2 veces por semana, por un periodo de 2 meses en horario de 08:00 a 16:00 horas.

El levantamiento de información se realizó en base a información de tipo subjetiva como objetiva.

- Para evaluar los niveles de iluminación se utilizó un luxómetro modelo LX1010B.
- Para evaluar la exposición a ruido ambiental se utilizó un sonómetro EXTECH 407780.
- Se utilizó cronómetro incorporado en celular Samsung para determinar los tiempos de trabajo.
- Se solicitó información sobre las estadísticas de enfermedades profesionales y accidentes laborales.
- Se realizó entrevistas a operadores y supervisores, en las que se consultaba entre otras cosas sobre, el tiempo en el puesto; las funciones y actividades; los horarios de trabajo; las relaciones interpersonales.
- Se observó el entorno laboral y se realizó registro fotográfico de las interfases, los puestos de trabajo, y de las actividades individuales y en grupo.

### **Resultados y discusión**

A continuación se detallan los resultados y el análisis de la evaluación ergonómica de las etapas y áreas del proceso productivo estudiadas.

### 1) *Corrugado*

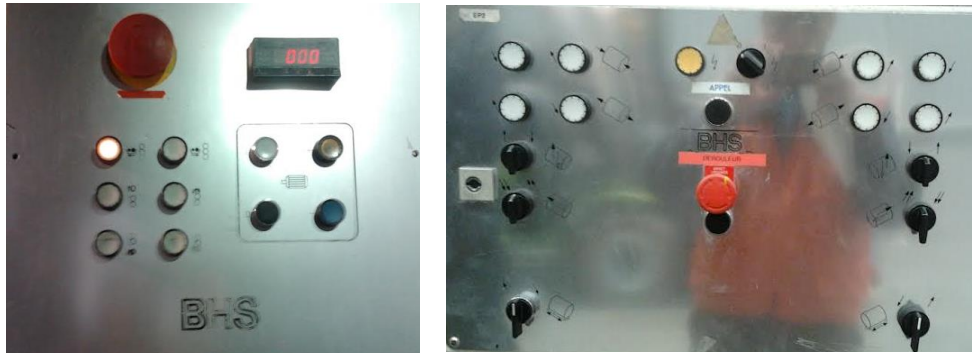
Ruido. Existe constante exposición a ruido ambiental. Se encontraron valores de 96 dBA lento en la mayor parte de la línea de corrugado, salvo a nivel de la secadora donde el nivel de ruido alcanzó 110 dBA lento. Señalar que todos los trabajadores disponen de protectores auditivos, los cuales son de tipo orejeras y tapones. Éstos últimos atenúan el ruido en 24 dB, por lo que no brindarían la protección adecuada (bajo 85 dBA) de acuerdo a lo recomendado por el Decreto 594 del Ministerio de Salud, para jornadas laborales de 8 horas, con exposición a ruido estable.

Interfases. Se presentan dificultades de interpretación de la información proveniente de comandos o interfases hombre – máquina, dado el tipo de información que entregan cada uno de los botones que allí existen y por otro lado al idioma en que se entrega.

Uno de los aspectos a considerar al trabajar con máquinas, es el idioma en que se entrega la información y/o la información adjunta para su correcto manejo. La no existencia de interfases adecuadas puede traducirse en errores humanos que afectan el funcionamiento de máquinas, tienen influencia sobre la carga mental de los operadores, y por consiguiente, afectan el rendimiento de la empresa. La figura 1 muestra problemas en el uso del idioma, y en la figura 2 se puede ver que la interfase posee información difícil de interpretar.



**Figura 1.** Problemas en el uso del idioma.



**Figura 2.** Información difícil de interpretar.

Zonas de descanso. Considerando que la empresa trabaja con la política 5S, llama la atención que no especifique zonas de descanso para los trabajadores, los que se deben mantener en posición de pie durante toda la jornada, generando sobreesfuerzo sobre determinadas estructuras del cuerpo.

Temperatura. La figura 3 corresponde a la zona de rodillos ubicada cercana a la secadora de la línea de corrugado. Si bien no es un área de trabajo con alta demanda de uso, al existir temperaturas elevadas y un reducido espacio para el desplazamiento, puede generar lesiones por quemaduras para quienes ingresen en ésta zona. Cabe mencionar que no se disponen de elementos de protección personal (EPP) para proteger a los operarios del riesgo de quemadura.

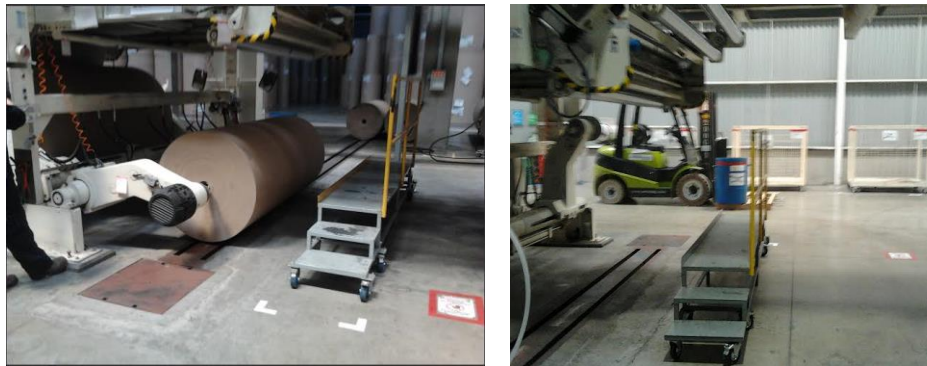


**Figura 3.** Zona de rodillos.

Plataforma. Es utilizada para trabajos que requieren altura. Presenta una baranda por posterior, y por anterior un esbozo de pestaña, lo cual se traduce en riesgo de tropiezo con posibles consecuencias de caídas o atrapamientos en rodillos de máquina corrugadora.



No cabe duda que toda ayuda, ya sea humana o mecánica, que se utilice para mejorar los alcances funcionales, posturas, o acciones de los trabajadores, es bienvenida, sin embargo, cuando esta carece de medidas o elementos de seguridad idóneos para evitar accidentes, pueden transformarse en un factor de riesgo para quienes allí trabajan. En la figura 4 se observan dos aspectos negativos de ésta plataforma. En primer lugar, los trabajadores más altos deben adoptar posturas inadecuadas para poder enhebrar papel en rodillos de corrugadora, y por otra parte, no cuenta con sistema de seguridad o apoyo anterior, es más, la “pestaña” que sobresale en su plataforma, puede generar tropiezo en el operario con el posible riesgo de atrapamiento en los rodillos.



**Figura 4.** Plataforma o andamio.

Alarma. Existe un sistema de alarma auditivo, no obstante dado que los trabajadores se exponen a ruido ambiental y por lo tanto utilizan protectores auditivos, la información proveniente de este canal se torna difícil de percibir.

Solicitud de pedidos. El día lunes constituye un día “crítico” en envío de pedidos, lo que se traduce en tiempos sin producción en corrugadora.

Bodega de rollos de papel. Si bien no forma parte de la línea productiva propia de la máquina de corrugado, la bodega abastece a esta etapa. Al respecto, es importante mencionar que no existen medidas de contención para el almacenaje de rollos de papel en altura.

El almacenaje y apilamiento de unidades, cualquiera sea su forma y altura requiere de algunas medidas de seguridad. En la figura 5 se aprecia que este apilamiento se traduce en un riesgo a considerar y mejorar.



**Figura 5.** Almacenaje de rollos de papel.

## 2) *Conversión*

Ruido. Existe un nivel de ruido de 96 dBA en toda la línea de conversión. El uso de los protectores auditivos actuales (tapones u orejeras) da cumplimiento a lo dispuesto en la normativa nacional.

Manejo manual de carga. Cuando existen pedidos de menor cuantía el apilado de cajas se realiza de manera manual. Se observó que durante el traslado de paquetes de cajas desde la línea de rodillos hasta la bandeja para formar el pallet, los operarios realizan movimientos de torsión de tronco, lo que se traduce en una cizalla a nivel de columna lumbar.

Posturas mantenidas. Las labores se realizan de pie durante toda la jornada, y al igual que en corrugado, no existe una zona de descanso. Además durante el trabajo realizado en la mesa, no se dispone de apoya pies para realizar la descarga parcial de peso de las extremidades inferiores y de la columna. Esta situación se observa en la figura 6 (círculo naranja).

Movimiento repetitivo. En la figura 6 se observa la zona donde converge la plataforma de rodillos con la plataforma de apilado manual de paquetes de cajas (círculo verde). Dada la contigüidad de ambas áreas de trabajo, los trabajadores tienden a realizar una mala técnica de traslado del producto realizando torsión de tronco, como ya se mencionó. Ahora el tiempo de duración del ciclo desde que el trabajador toma el paquete de cajas desde los rodillos y los deposita en la plataforma de

apilado, no supera los 7 segundos. Por lo tanto se está en presencia de una actividad repetitiva asociada a riesgos derivados del manejo manual de carga.



**Figura 6.** Línea de conversión.

### 3) *Matricería*

Plataformas de trabajo. Corresponden a superficies improvisadas de trabajo que fueron confeccionadas por los propios trabajadores del área en base a cartón corrugado, como se observa en la figura 7.



**Figura 7.** Superficies de trabajo matricería.

Señalar que el trabajo de matricería requiere trabajo de pie sobre las plataformas, la cual debiese confeccionarse en base a las dimensiones antropométricas del percentil 95 de la población que allí labora, o en su defecto, adquirir una plataforma regulable en altura. Actualmente, los trabajadores

adoptan posiciones inadecuadas que generan tensión en las zonas cervical y dorsolumbar de la columna vertebral. En la figura 8 se aprecia esta situación.



**Figura 8.** Postura operador o montajista en matricería.

El área matricería es un pilar fundamental dentro del proceso productivo, ya que abastece a la línea de conversión de matriz (figura 9) y de clisés (figura 10), para dar la forma y el estampado, respectivamente, en la placa de cartón final. Pero no solamente se debe considerar esto, ya que es matricería la encargada de reparar en terreno o bien en sus laboratorios cualquier falla o anomalía que presente la matriz o el clisé, para lo cual requieren de personal idóneo y con experiencia para tener la capacidad de resolver estos inconvenientes.



**Figura 9.** Línea de conversión de matriz.



**Figura 10.** Clisés.

Iluminación. En la zona de reparación de matricería la iluminación presentó niveles muy bajos para las actividades desarrolladas en esta área, las que poseen demandas visuales de moderadas a altas.

A continuación se especifican los sectores con sus respectivos valores medidos:

- Tambor matricero Daicuter: 132 y 82 lux respectivamente.
- Tambor matricero Flexo: 140 y 147 lux respectivamente.
- Mesón Montajista: 380 lux.
- Oficina Matricería: 350 lux.

Rotación de personal. Considerando que si bien matricería no es parte de la línea directa de producción (corrugado-conversión-paletizado), es una unidad primordial para el correcto funcionamiento y rendimiento de la empresa. De acuerdo a la información recopilada, existe una alta rotación de personal, principalmente en el cargo de matricero debido a las bajas expectativas de mejora laboral (referente a sueldo). Lo anterior, se traduce en renunciaciones o simplemente a la ocupación de vacantes en otra línea de producción dentro de la empresa con mejores expectativas de ascenso laboral o de remuneración. Esto significa la pérdida de personal idóneo que se desempeña en esta actividad, y en consecuencia, disminución de la capacidad de respuesta ante cualquier inconveniente, lo que genera que muchas veces las reparaciones deban ser enviadas a la sede central de la empresa ubicada en otra ciudad.

*Una consideración a mencionar a nivel general de la empresa, es lo referente a trabajar en sistemas de turno y sus efectos en los ritmos circadianos*

De acuerdo a lo citado por Apud & Meyer (2009) en su libro Ergonomía para la industria minera, “El hombre es un ser de hábitos diurnos. La gran mayoría de las personas trabaja de día, dispone de tiempos libres en la tarde y duerme de noche. Los ciclos circadianos incluyen todos aquellos procesos fisiológicos que fluctúan con un ritmo de aproximadamente 24 horas, entre ellos el ciclo sueño-vigilia. Por lo que alteraciones en éstos ciclos, se asocia a efectos psíquicos como insomnio y depresión. El problema del trabajo por turnos está principalmente determinado por la inversión de los ritmos circadianos, puesto que al iniciar un turno, el organismo no se adapta inmediatamente, requiriéndose un tiempo variable para su inversión”.

### **Conclusiones y recomendaciones**

Aun cuando las labores que se desarrollan en la empresa son principalmente mecanizadas, existen demandas físicas asociadas al constante trabajo de pie, al apilado manual de paquetes de cajas en la etapa de Conversión, y a las posturas adquiridas en el área de Matricería.

Las interfases de la línea de Corrugado presenta falencias en cuanto a la entrega de información, ya que las funciones de las máquinas se encuentran en otro idioma y no existe más información disponible.

Si bien la empresa está utilizando la norma japonesa 5S, carece de zonas destinadas a descanso para los trabajadores.

Las máquinas que posee la empresa emiten altos niveles de ruido. Por esto, la utilización de protectores auditivos se torna fundamental.

La carga mental muchas veces no es considerada dentro las empresas, sin embargo, puede ser la causa fundamental de bajas en la productividad o ausentismo laboral, por lo que debe ser incorporada al momento de evaluar una empresa, en especial aquellas asociadas a bonos por producción y sistemas de turno.

La seguridad de los trabajadores es una de las claves de la empresa, sin embargo, en la zona de rollos de papel, el almacenamiento en altura de estos carece de medidas de protección o contención necesarias.

El área de matricería constituye una de las zonas con mayores falencias desde el punto de vista ergonómico. Existen bajos niveles de iluminación, superficies de trabajo inadecuadas, y alta rotación de personal.

Se proponen las siguientes recomendaciones por cada etapa del proceso evaluada y a nivel general:

### ***Corrugado***

Utilizar protectores auditivos de tipo orejera en la línea de corrugado, específicamente en área de cabezal y secadora.

En lo referente a interfases (botones o comandos de cabezal y pegadora), mejorar información que se entrega a los operadores, cambiando idioma (de francés a español) o incorporando función escrita a botones respectivos, como se ha hecho en otras interfases de la misma línea.

Incorporar EPP en zonas de altas temperaturas durante tareas en rodillos, cercanos a la secadora.

Mejorar seguridad del andamio o plataforma en la zona de enhebrado.

Dado que la mayor información que reciben los operadores son de carácter auditivo y por tal razón utilizan atenuadores de ruido, se recomienda incorporar a la alarma de tipo auditivo existente, un display o alarma de tipo visual para alertar a los trabajadores en caso de situación de riesgo, por ejemplo, una baliza que se active en conjunto con la alarma sonora.

Incorporar zonas de descanso dentro de la política 5S, ya que por ser trabajos que requieren que el trabajador se encuentre durante toda la jornada de pie, se pueden generar trastornos musculoesqueléticos.

Para evitar que existan horas sin producción los días lunes por falta de información de carga, se propone que se establezca un día de la semana anterior para el ingreso de pedidos de carga.

### ***Conversión***

Educar a operadores en lo referente a manejo manual de carga, esto ya que el trabajo a mesa, significa que los operadores realicen movimientos repetitivos y de cizalla a nivel lumbar.

Incorporar zonas de descanso dentro de la política 5S.

### ***Matricería***

Se recomienda dotar de superficies de trabajo idóneas considerando las dimensiones antropométricas de las personas que se desempeñan en el área, o bien, que sean superficies regulables en altura.

Mejorar el nivel de iluminación en el área, de manera que sea igual o mayor a 300 lux.

Fidelizar a los trabajadores con labor de matricero, ya que constituye una función clave dentro de la línea productiva. Por lo anterior, se propone establecer estímulos por años de servicio y/o por producción.

### ***Nivel general***

Se recomienda crear un sistema de contención para el almacenamiento de rollos de papel en altura.

A nivel global, se recomienda realizar evaluaciones de la carga mental de sus trabajadores, considerando que las labores que desempeñan implican cumplir con metas de producción, que se trabaja bajo un sistema de turno, y que existen trabajadores que se encuentran lejos de su ciudad de residencia y por ende de sus familias. Posteriormente, en base a los resultados obtenidos, se propone ejecutar una intervención a nivel de empresa.

Otro aspecto a considerar es instaurar ejercicios de flexibilización (pausas activas) de sus trabajadores durante la jornada laboral, esto en base a que las labores que realizan demandan posturas mantenidas.

### **Referencias**

Apud E, Meyer F., (2009). *Ergonomía para la industria minera*. Concepción, Chile.

Cortés J., (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales, seguridad e higiene del trabajo*. Madrid, España: Tebar.



Jouvencel M., (1994). *Ergonomía Básica*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo.

Ruiz-Frutos C., García A., Delclós J., y Benavides F. (2006). *Salud Laboral: Conceptos y Técnicas para la prevención de riesgos laborales*. Barcelona, España: Elsevier España