

## Evaluación ergonómica en la producción. Caso de estudio: Sector Aluminio, Estado Bolívar. Venezuela

*Ergonomic evaluation in the production. Case study: Aluminum Sector, Estado Bolívar, Venezuela*

**Magally Escalante, Miguel Núñez (†)**

*Palabras clave:* ergonomía, producción, REBA, OWAS

*Key words:* ergonomics, production process, REBA, OWAS

### RESUMEN

La ergonomía busca establecer la mejor relación entre el hombre, la máquina y el medio ambiente de trabajo. El propósito de la investigación fue evaluar las condiciones ergonómicas en la producción del aluminio de la empresa CVG Venalum de Venezuela a fin de detectar los riesgos presentes en el proceso. La investigación se abordó con un enfoque descriptivo y de campo. Para la evaluación ergonómica se consideraron los métodos REBA y OWAS. Se determinó que las actividades más impactantes hacia el trabajador son: medición de niveles de baño y metal, cambios de ánodos y desnatado de celdas. Situación que influye en gran medida hacia la salud del trabajador por los trastornos músculo-esquelético.

### ABSTRACT

Ergonomics seeks to establish the best relationship between man, machine and the work environment. Therefore, the purpose of the research was to evaluate the ergonomic conditions that would allow the detection of the ergonomic risks in an aluminum factory. The investigation was approached with a descriptive and field approach. For the ergonomic evaluation, the REBA and OWAS methods were considered. It was determined that the most impactful activities towards the worker are; Measurement of bath and metal levels, changes of anodes and skimming of cells. Situation that greatly influences the worker's health due to musculoskeletal disorders.

### INTRODUCCIÓN

Con el avance del tiempo, los resultados en las empresas han sido cuantificables en su productividad y efectividad; sin embargo, no toda gestión se basa en eso. Tanto el crecimiento económico como la inclusión social dependen de la capacidad de las personas en edad de trabajar para mantenerse conectadas con el mercado laboral, desarrollar y contribuir con sus

habilidades y mantener altos niveles de productividad laboral (Bevan, 2015).

Existen otros factores determinantes para mantener o elevar la calidad en la gestión gerencial y operativa; factores que van relacionados directa o indirectamente hacia el talento humano, los cuales han generado indicios de desmotivación, fatiga, estrés y enfermedades o trastornos

musculoesqueléticos (TMEs, *musculoskeletal disorders*, en inglés, *MSDs*), entre otros.

Las exposiciones ocupacionales a la postura de trabajo estresante, la fuerza y los movimientos repetitivos del hombro y el brazo ejercen una carga excesiva en el sistema musculoesquelético del cuerpo y, a la larga, pueden conducir a trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (Das, Kumar & Sharma, 2018).

Los TMEs son una de las enfermedades de origen laboral más comunes y que normalmente afectan a la espalda, cuello, hombros y extremidades superiores; condiciones que influyen para realizar sus actividades y mantener la calidad en su servicio (EU-OSHA, 2018); incluyen una constelación de trastornos dolorosos de músculos, tendones, articulaciones y nervios, que pueden afectar a todas las partes del cuerpo, aunque el cuello, las extremidades superiores y la espalda son las áreas más comunes (Quintana, 2017).

Los TMEs relacionados con el trabajo son a menudo causados por el uso excesivo de los músculos, articulaciones, nervios, tendones y tejidos blandos del cuerpo (Das, Kumar & Sharma, 2018); son uno de los problemas globales de salud más importantes y costosos que afectan a la población trabajadora (Manville, El Akremi, Niezborala & Mignonac, 2016).

En función de lo planteado, las normativas gubernamentales han incorporado nuevos tópicos que además de beneficiar a las empresas incluya al trabajador en pro de su bienestar y calidad de vida. Con este

propósito, y en sintonía con la normativa actual surge la norma ISO 45.001 (2018) de salud y seguridad ocupacional, la cual tiene como propósito, el control de los riesgos sobre la salud y seguridad en el trabajo por parte de las organizaciones que beneficien al trabajador y por ende su productividad. En cuanto al marco legal venezolano, la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo - LOPCYMAT (2005), establece que “el empleador o empleadora deberá adecuar los métodos de trabajo, así como las máquinas, herramientas y útiles utilizados en el proceso de trabajo a las características psicológicas, cognitivas, culturales y antropométricas de los trabajadores y trabajadoras de Venezuela” (art. 60).

En el recorrido por mejorar las condiciones y medio ambiente de trabajo en función de establecer el confort entre los trabajadores y los puestos de trabajo es que surge la ergonomía. La ergonomía (o factores humanos) es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar con el fin de optimizar el bienestar humano y el sistema en general (*International Ergonomics Association*, 2018). La existencia de condiciones ergonómicas adecuadas es esencial para garantizar un rendimiento óptimo del trabajo y para preservar el activo más importante de una empresa: el capital humano; y, la mejor manera de lograr este objetivo, es implementar principios ergonómicos

desde el diseño (de máquinas, procesos de producción, sistemas de gestión ...), y allí el ingeniero industrial adquiere mayor prominencia (Suárez, 2014).

En este sentido el propósito de la investigación fue evaluar las condiciones ergonómicas del proceso productivo del aluminio en la empresa CVG Venalum, a fin de detectar los riesgos ergonómicos presentes, como los niveles del mismo.

Esta investigación se abordó con un enfoque descriptivo y de campo donde se realizaron observaciones sistemáticas, y entrevistas semiestructuradas, permitiendo profundizar los factores involucrados en el objeto de estudio. Además, para la evaluación ergonómica se consideraron los métodos REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) y OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*), porque son herramientas ergonómicas de utilidad para la identificación de sobrecarga postural (López Torres, González Muñoz, Rodríguez, & López, 2014). Ambos métodos, son aplicables para identificar aquellas partes del cuerpo sometidas a posturas que comprometen los segmentos corporales, e indican la acción requerida de acuerdo con el nivel de riesgo que impacta al cuerpo humano del trabajador cuando realiza la tarea.

En el ámbito mundial existen empresas productoras del aluminio como; Alcoa, UC Rusal, Hindalco Industries, entre países, que han contribuido con la incorporación de productos semiacabados de aluminio para ser utilizados en otros sistemas de producción como el transporte,

construcciones, industrias tecnológicas, entre otros aportes.

El sector aluminio en Venezuela está conformado por un grupo de empresas, las cuales han contribuido al desarrollo económico del país. La actividad económica del aluminio es la opción más rentable y la que ofrece las mayores oportunidades para acompañar al petróleo en la generación de divisas y bienestar para los habitantes de Venezuela (Vergara, 2011).

La industria transformadora de aluminio constituye uno de los sectores que genera mayor valor agregado al aluminio primario producido en Venezuela; sin embargo, en los últimos años este sector ha sido afectado por una fuerte contracción y evidente variabilidad de sus niveles de actividad (Arzola & La Cruz, 2007). Por su parte, Oronoz, Gamluch & Romero (2013), destacan el papel estratégico de esta industria y su potencial para la diversificación y consolidación de la economía de Venezuela contrastante con su situación actual de baja competitividad, escaso aporte al Estado, baja rentabilidad y el incipiente nivel de agregación de valor.

Es evidente que las empresas productoras del aluminio juegan un papel de suma importancia para el desarrollo económico del país; y junto a ellas, el talento humano que permite llevar a cabo sus procesos operativos.

Sobre las bases de las condiciones anteriores y con la intencionalidad de evaluar las condiciones ergonómicas para detectar los riesgos que presentan los

trabajadores en la producción del aluminio, se precisó que la intervención del trabajador en las actividades operativas requiere esfuerzo por la forma en la que se ejecuta algunas tareas, es decir, usan en gran medida las partes de sus cuerpos. Además, las herramientas utilizadas para algunas tareas son de hierro y de pesos oscilantes entre 10 a 15 kilos, implicando que el trabajador realice más esfuerzo por el magnetismo presente en el área de trabajo. Cabe señalar que el magnetismo es un fenómeno físico por el cual los materiales ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales.

De las observaciones directas, se detectaron temperaturas de 960°C aproximadamente; ruidos por encima de los 85 decibeles; sistemas de extracción de gases dañados, quedando los gases emanados del proceso de producción en el medio ambiente donde se desenvuelve el trabajador.

De los anteriores planteamientos se deriva las siguientes preguntas:

¿De qué forma se realizan las actividades en la producción del aluminio?

¿Existe condiciones disergonómicas en el desarrollo de las actividades de producción?

¿Cuál es el nivel de riesgo ergonómico que presenta los trabajadores en el cuerpo humano cuando realizan sus tareas?

### **Ergonomía**

La ergonomía industrial podría definirse como la rama de la ciencia que tiene como objetivo lograr una adaptación óptima del entorno laboral y las actividades laborales al trabajador (Suárez, 2014). En su natural

evolución, no son pocas las iniciativas que se han desarrollado para sustentarla, donde se destaca ISO 6385 (2016), una norma que establece los principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo, entre otras.

En Venezuela, además de la LOCYMAT (2005), se cuenta con Norma Técnica para el Control en la Manipulación, Levantamiento y Traslado Manual de Carga (2016). Otros países, se ocupan en estudios e innovaciones que contribuyen notablemente a la ergonomía.

Para Ramírez Cavassa (2006), la Ergonomía tiene como objetivo interrelacionar al hombre con la máquina y el ambiente con la finalidad de elevar la calidad de vida del talento humano y la efectividad del mismo. En función de ello la define como;

“la ergonomía es una disciplina científico-técnica y de diseño que estudia integralmente al hombre (o grupos de hombres) en su marco de actuación relacionado con el manejo de equipos y máquinas, dentro de un ambiente laboral específico, y que busca la optimización de los tres sistemas (hombre-máquina-entorno), para lo cual elabora métodos de estudios del individuo, de la técnica y de la organización del trabajo” (pág. 12).

Por su parte, Rosas Sánchez (2014), señala que la ergonomía es la parte invocadora de un fin principal por el hecho de adaptar el trabajo a la persona y no a la inversa. Concluyendo que la concepción del puesto de operaciones va encaminada a garantizar la seguridad, salud, satisfacción y bienestar laboral.

### **Método Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)**

El método OWAS, es un método sencillo y útil destinado al análisis ergonómico de la carga postural; en función de sus fundamentos teóricos se han desarrollado propuestas informáticas lo que conlleva a ser el método para medir la carga postural preferido (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

Así mismo, Cinquina (2011), expresa que es un método ampliamente aplicado en varios países, sin embargo, en Italia es poco conocido. Por otro lado, manifiesta que aplicar el método dentro de un ciclo de producción, de las operaciones y fases que son potencialmente peligrosas para el sistema musculoesquelético permite la identificación de los riesgos, cuantificando el nivel.

Por su parte, Llana Álvarez (2009) expresa que es el método postural más desarrollado en el mundo y se basa en una simple y sistemática clasificación de ciertas posturas de trabajo, de las que se conocen las cargas musculoesqueléticas que la originan.

En su forma tradicional, el método OWAS permite adquirir las observaciones de las diversas posturas, codificarlas, atribuir la clase de riesgo relativo y calcular el porcentaje con el que cada clase se repite en la realización de una determinada actividad o en las diferentes fases en las que ésta ha sido eventualmente subdividida.

Cabe señalar que la forma de calificar o establecer el puntaje se realiza con base a la postura adoptada en la actividad o tarea.

Por ejemplo, si la zona a evaluar es la espalda doblada hacia adelante o hacia atrás, el mismo solamente indica un valor específico sin considerar los ángulos de articulación del cuerpo humano. En la tabla 1 se presenta los códigos de posturas usados en el método OWAS.

### **Método Rapid Entire Body Assessment (REBA)**

El REBA, es una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de posturas; su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

El REBA permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas; además, es uno de los métodos de observación para la evaluación de posturas más extendido en la práctica (Universidad Politécnica de Valencia, 2006); este método fue desarrollado para evaluar el tipo de posturas de trabajo impredecibles que se encuentran en las industrias de la salud y otros servicios (McAtamney, 2004).

Los autores concuerdan en que se debe recoger los datos acerca de la postura del cuerpo, las fuerzas utilizadas, el tipo de movimiento o acción, la repetición y acoplamiento; y que, en función de los datos el evaluador tendrá una visión

preliminar de las condiciones latentes hacia el trabajador.

El método para ser aplicado considera dos grupos, el grupo A; tronco, cuello y piernas. El grupo B; brazos, antebrazos y muñeca; además de, otros factores como; carga/fuerza, agarre, y el tipo de postura en

función del estado dinámico, repetitivo o con cambios inestables.

El REBA es un método muy útil porque es capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas y es una de las herramientas más extendidas y usada para el análisis postural (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

**Tabla 1.** Código de posturas usado en el método OWAS

CÓDIGO	ESPALDA	CÓDIGO	PIERNAS
1	Derecha	1	Sentado
2	Doblada hacia adelante, o hacia atrás	2	Parado con las dos piernas derechas
3	Girada o doblada hacia un costado	3	Parado con el peso en una sola pierna
4	Girada y doblada hacia adelante o un costado	4	Parado o de cuclillas con ambas rodillas dobladas
CÓDIGO	BRAZOS	5	Parado o de cuclillas con una rodilla doblada
1	Ambos brazos por debajo del nivel o por encima de los hombros	6	Arrodillado en una o ambas rodillas
2	Un brazo al nivel o por encima de los hombros	7	Caminando o moviéndose
3	Ambos brazos al nivel o por encima de los hombros		
CÓDIGO	CARGA O USO DE LA FUERZA		
1	Peso o fuerza requerida inferior a 10 Kg.		
2	Peso o fuerza requerida excede 10 Kg. pero es inferior a 20 Kg.		
3	Peso o fuerza requerida es superior a 20 Kg.		

Fuente: Márquez Miguel (2007)

## METODOLOGÍA

Parte de la investigación requirió evaluar los procesos por medio de observaciones sistemáticas y entrevistas semiestructuradas, condición que permitió ver el detalle de las operaciones que realizaba el trabajador y con ello describirlas a fin de detectar los elementos presentes en cada tarea.

La observación es un proceso riguroso que permite conocer, la forma directa, el objeto de estudio para luego describir y analizar situaciones sobre la realidad estudiada (Bernal, 2006). En este sentido se realizaron grabaciones al trabajador cuando realizaba sus actividades con la intención de evaluar

las condiciones ergonómicas en la producción.

En cuanto a las entrevistas semiestructuras se efectuaron con la intención de conocer el sentir de los trabajadores hacia las condiciones y medio ambiente del trabajo. Es de señalar que se hizo tipo diálogo abierto donde el trabajador expresaba lo que le gustaba o no de su trabajo, así como los malestares o dolencias al hacer sus actividades. Resulta oportuno expresar que las evaluaciones ergonómicas tienen como principio involucrar al trabajador de manera que se pueda precisar las incomodidades al hacer sus actividades en la jornada laboral.

Una entrevista semiestructurada tiene un grado de flexibilidad por la intención que tiene, la cual es de obtener información más espontánea y abierta del trabajador (Bernal, 2006).

Sobre la base de las consideraciones anteriores fue necesario estar en el área con la finalidad de realizar las observaciones de forma directa e incluso de participar activamente en las actividades y tareas que realiza los trabajadores con el propósito de corroborar lo expresado por ellos, así como, ver las condiciones y medio ambiente del trabajo en la que se encuentran. En tal sentido se puede decir que la estrategia aplicada fue de campo.

## RESULTADOS y ANÁLISIS

Inicialmente se definen las actividades inherentes a las tareas operativas en la producción del aluminio donde el

Posteriormente, se realizaron las evaluaciones ergonómicas utilizando los métodos OWAS y REBA. Ambos métodos se enfocan a evaluaciones ergonómicas de carga postural; por lo cual, cada uno de ellos genera resultados que evidencian los niveles de riesgo, y las acciones inmediatas a considerar, con el propósito de contribuir hacia la optimización de la gestión empresarial.

Para aplicar el REBA y el OWAS se consideraron los pasos señalados por McAtamney (2004), los cuales son: observar la tarea; determinar la división de las tareas, así como los lados (derecho o izquierdo) a evaluar de la persona; determinar las puntuaciones de las posturas y finalmente, definir la existencia de riesgo para establecer el nivel de actuación.

Es necesario recalcar que los riesgos evaluados fueron enfocados hacia las partes del cuerpo humano y no se realizaron evaluaciones de levantamiento de cargas porque en las actividades evaluadas predominaba la sobrecarga postural, producto de las diferentes posturas que adoptaba el trabajador al realizar su labor. Por otro lado, no se evaluaron otros tipos de riesgos, dada las limitaciones de tiempo y acceso al lugar de trabajo.

trabajador tiene mayor esfuerzo y sobrecarga postural, de manera tal, que el lector pueda familiarizarse con el proceso,

seguido de las evaluaciones ergonómicas en cada una de ellas.

Para la aplicación de los métodos, se consideraron las posturas que evidenciaban mayor compromiso de los segmentos corporales; bien sea por su duración, por la frecuencia o porque presentaba mayor desviación con respecto a la postura normal que debe tener el cuerpo humano.

Así mismo, por cada actividad se presentan los resultados obtenidos por los métodos y con la finalidad de mostrar la información legible se coloca los títulos en cada una.

#### **ACTIVIDAD: medición de distribución de la corriente anódica en celda**

La actividad es realizada al inicio de cada turno laboral y la misma se hace solamente a las celdas que han presentado alguna condición de inestabilidad (datos históricos). Se dice que la inestabilidad puede ser producto de: una mala operación realizada tales como; cambio de ánodo, trasegado de metal, subida de puente o un posible deslizado de un ánodo en la celda e incluso hasta un derrame de alúmina o fluoruro.

Los materiales utilizados por el operario son un mili voltímetro, un bastón de aluminio recubierto en la base de los conductores por baquelita, de peso ligero y de una medida aproximada de 1,20 metros de longitud. Además de una tabla para anotar los datos suministrados por el equipo.

La actividad es realizada por un operario, en un tiempo promedio de 30 – 40 minutos. Todo depende del número de celdas a

evaluar. Cabe señalar que la tarea de medir se puede hacer hasta 4 veces por turno, todo depende de las condiciones de las celdas.

En cuanto a las condiciones y medio ambiente de trabajo se detectó temperaturas de 960°C, gases contaminantes emanados de las celdas de producción, y pocas señalizaciones en función de las medidas de seguridad.

#### **Evaluación ergonómica**

##### *Método OWAS*

Para la aplicación del método se realizaron observaciones en campo, sumado a grabaciones con la finalidad de evaluar a profundidad las condiciones ergonómicas y así detectar las posibles anomalías en los procesos y materiales.

En la Tabla 2 se presentan los valores obtenidos, así como, la categoría de acción según el cruce de valores referenciado por el método.

En referencia con la categoría de acción en cada tarea se precisa que medir la celda requiere atención en un tiempo corto.

##### *Método REBA*

A diferencia del método anterior, para responder efectivamente se hizo necesario analizar las grabaciones realizadas y con ello medir cada postura del trabajador utilizando el goniómetro. El goniómetro es un instrumento digital (tipo transportador) que permite medir los ángulos de inclinación del cuerpo. La figura 1 muestra los resultados obtenidos de acuerdo con la aplicación del método.

Tabla 2. Medición de Distribución de la Corriente Anódica en Celda

Tareas	Parte del Cuerpo Evaluada			Carga o Uso de Fuerza	Categoría de Acción
	Espalda	Brazos	Piernas		
					<b>2</b>
Medir la Celda	2	1	2	1	Se requiere acciones correctivas en un futuro cercano
Anotar Datos Obtenidos	1	1	2	1	No requiere acción

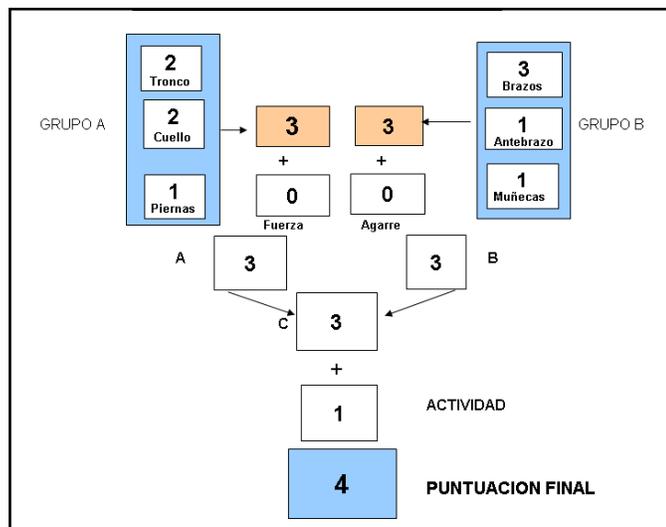


Figura 1. Nivel de acción. Medición de Distribución de la Corriente Anódica en Celda

Se consigue un valor de 4 puntos, lo cual, de acuerdo con la información presentada por el método, el nivel de actuación debe ser necesario porque existe un riesgo medio en la actividad comentada.

Además del nivel de actuación, se precisa que la región más comprometida es la de los Miembros Superiores. Esto podría deberse a la extensión del brazo cuando realiza la tarea de medición con el bastón de aluminio y flexión cuando acerca el brazo por completo para realizar la anotación de los valores obtenidos.

Al hacer la tarea en varios momentos en un tiempo aproximado de 20 minutos como mínimo, conlleva a fatigas musculares, condición que afecta la calidad de vida del trabajador.

**ACTIVIDAD: medición niveles de baño y metal**

Para la ejecución de la actividad se utiliza una herramienta denominada varilla de metal la cual tiene un peso aproximado de 13 kilogramos y una longitud de 3 metros.

Para dar inicio el operario verifica que la varilla este completamente limpia de residuos y que no se encuentre deformada. Luego abre la puerta frontal de la celda y precalienta la varilla para evitar choque térmico al momento de introducir al baño. Posteriormente procede a romper la costra presente en la capa superficial del baño con la varilla o por un cucharón el cual es utilizado para la tarea del desnatado. Todo depende del grosor de la capa.

Terminada la tarea anterior el operario introduce la varilla en el baño por unos 5 segundos, luego la retira y la coloca a un lado de la celda para realizar su medición correspondiente, la cual es realizada por el supervisor. Finalmente, el operador cierra la puerta.

Además de lo planteado, se detectó que de presentarse exceso de alúmina en la zona donde se realiza la medición el operario procedía a introducir algunas varas verdes para disolverlas.

Cabe agregar que el trabajador se encuentra expuestos a ruidos que

sobrepasan de los 85 decibeles, temperaturas de 960°C aproximadamente, y propagación de gases producto del proceso.

### Evaluación ergonómica

#### Método OWAS

Basándose en los procedimientos del método se procedió a evaluar las tareas presentes en esta actividad obteniendo la Tabla 3.

Como resultado se muestra que las tareas; medición del baño y sacar varilla del horno obtuvieron un valor de 3 puntos. Por tanto, requieren acciones correctivas lo antes posible debido a que las posturas adoptadas producen efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.

#### Método REBA

En concordancia con la actividad anterior se realiza el análisis a cada tarea con el propósito de profundizar la actividad en conjunto. Las Figuras 2, 3 y 4 muestran los resultados para cada tarea.

**Tabla 3.** Categoría de acción por tareas. Medición de Niveles de Baño y Metal

Tareas	Parte del Cuerpo Evaluada			Carga o Uso de Fuerza	Categoría de Acción
	Espalda	Brazos	Piernas		
<b>Romper Costra del Horno</b>	2	2	2	2	2 Se requiere acciones correctivas en un futuro cercano
<b>Medición del Baño y Metal</b>	2	1	7	2	3 Se requiere acciones correctivas lo antes posible
<b>Sacar Varilla del Horno</b>	2	1	7	2	3 Se requiere acciones correctivas lo antes posible

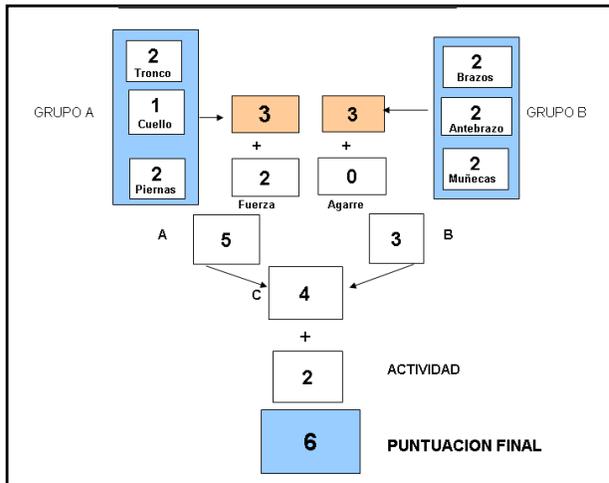


Figura 2. Nivel de Acción. Medición de Baño y Metal

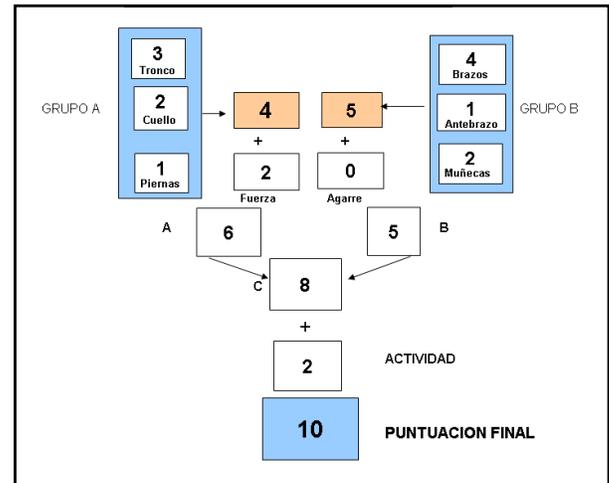


Figura 3. Nivel de Acción. Romper Costra del Horno

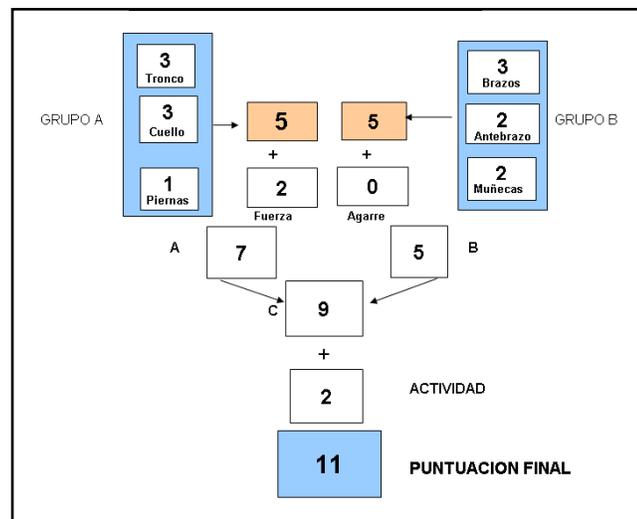


Figura 4. Nivel de Acción. Sacar Varilla del Horno

Se halla que las tareas con mayor riesgo son; romper costra y sacar varilla del horno. Sugiriendo el método una actuación inmediata de ser necesario porque las consecuencias hacia la salud del trabajador pueden ser muy dañinas.

En la tarea Romper Costra se obtiene que el tronco y los miembros superiores son las zonas del cuerpo más comprometidas, con

valores de 3 y 4 puntos respectivamente. Se deduce que es porque el trabajador para poder romper la costra realiza movimientos de flexo-extensión lo que conlleva a realizar movimientos de tronco e incluso de cuerpo entero.

La tarea de sacar varilla también presenta alteraciones en el tronco y los miembros superiores, sumado a la región del cuello.

Valores que determinan que ambas tareas deben ser evaluadas porque pueden crear traumas al sistema músculo-esquelético.

Resulta oportuno señalar que en el área existe magnetismo, condición creada por las plantas generadoras de energía, debido a que el proceso así lo requiere. El magnetismo hace que el trabajador aplique mayor esfuerzo al momento de realizar las tareas por la fuerza de atracción hacia la varilla de metal utilizada en este proceso.

Se hace evidente que en líneas generales la actividad se debe evaluar a profundidad con el propósito de mejorar los procedimientos como las condiciones hacia el trabajador.

#### **ACTIVIDAD: cambio de ánodo**

Esta operación se realiza generalmente cuando los ánodos culminaron su vida útil, el cual es de 21 días. Para dar inicio a la operación el operador especializado retira las dos tapas laterales de la celda a cambiar el ánodo y cuando finaliza las vuelve a colocar. Las tapas tienen un peso aproximado de 8 kilos.

En esta actividad participan tres operarios, la cual dos de ellos están en la parte del pasillo de celdas y el otro operando la grúa. Los operarios que se encuentran en los pasillos lo que realizan es la medición del cabo (ánodo) desgastado con la finalidad de mantener el plano anódico de la celda y así mantener su estabilidad productiva.

El operario de grúa, es el que se encarga de realizar las maniobras correspondientes al cambio del ánodo.

Cabe señalar, que, en esta actividad, en condiciones normales no interviene de

forma directa el operador. Sin embargo, de existir costra o restos de cabo en la celda el operario interviene con una vara de metal, golpeando hasta romper y luego con un rastrillo de metal retira los mismos. Ésta última acción la realiza hasta que la celda esté en condiciones adecuadas para colocar el nuevo ánodo.

Ahora bien, de presentarse la opción de romper cabo y luego limpiar los residuos existe mayor riesgo hacia el trabajador debido a que los trozos de cabo van siendo colocados a un lado de la celda a temperaturas elevadas, pudiendo ocasionar tropiezos y caídas e incluso accidentes con resultados críticos.

Las condiciones y medio ambiente de trabajo son iguales a las actividades anteriormente explicadas.

#### **Evaluación ergonómica**

##### ***Método OWAS***

Para realizar el cambio de ánodo se utiliza principalmente la grúa, sin embargo, para que se pueda dar el proceso, se requiere que el operario retire las tapas y cuando finaliza el cambio las vuelve a colocar. Con base en ello se consideró hacer la evaluación debido a que las tapas, aunque no tienen un peso mayor a 10 kilogramos, cuando el trabajador las manipula tiende a hacerlo un poco retirado de su cuerpo, condición que lleva a elevar el peso en la parte baja lumbar.

Los resultados obtenidos en función del método se presentan a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Categoría de acción por tareas. Cambio de Ánodos

Tareas	Parte del Cuerpo Evaluada			Carga Uso de Fuerza	Categoría de Acción
	Espalda	Brazos	Piernas		
<b>Posicionar Tapa Para Recubrir Celda</b>	2	1	5	2	3 Se requiere acciones correctivas lo antes posible
<b>Maniobrar Tapa Lateral</b>	2	2	5	2	4 Se requiere acciones correctivas de manera inmediata

Se halla valores de 3 y 4 de acuerdo con los criterios de evaluación del método, implicando que se requiere acciones lo más inmediato posible porque las posturas que adopta producen efectos sumamente dañinos al sistema músculo-esquelético.

**Método REBA**

Con base en los criterios evaluados con el método anterior, también se evaluaron las

tareas pertenecientes a la manipulación de las tapas laterales aplicando la metodología del REBA con la intención de corroborar aún más los resultados anteriores. Los resultados obtenidos se presentan en las Figuras 5 y 6.

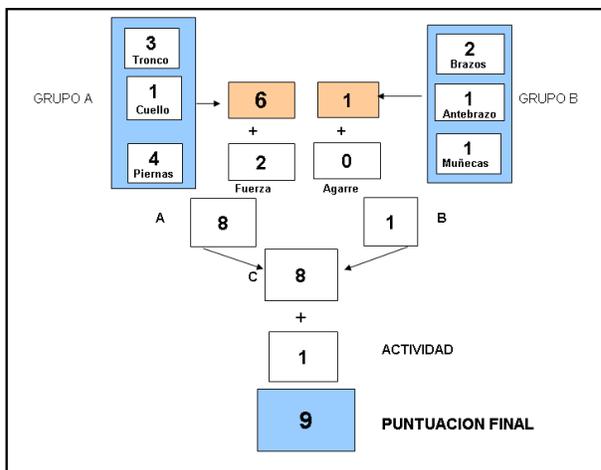


Figura 5. Nivel de Acción. Posicionar Tapa Recubrir la Celda

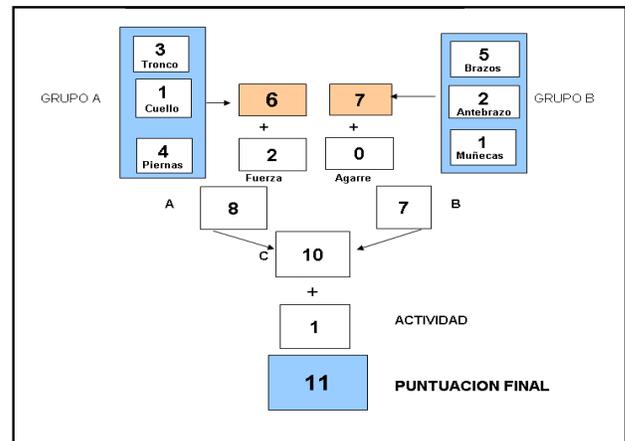


Figura 6. Nivel de Acción. Maniobrar Tapa Lateral

Se evidencia valores entre 9 y 11 puntos, los cuales de acuerdo con los valores del método se requiere atención inmediata.

En relación con los datos individuales por tarea se manifiesta que la región de los miembros y del tronco se encuentra más expuestas a problemas del sistema músculo-esquelético producto de las torsiones que realizan.

Ante los valores obtenidos en función de ambos métodos se determina que las tareas enfocadas a la manipulación de las tapas requieren atención inmediata. Y si se considera el elemento de romper costra las consecuencias hacia el sistema del cuerpo humano podrían ser mayores.

#### **ACTIVIDAD: desnatado de celda**

La operación se realiza con la finalidad de eliminar el exceso de carboncillo en la celda. Los materiales utilizados son; vara de metal, cucharón de metal, carretilla y varas verdes. Existen dos tipos de desnatados: Desnatado normal y de huecos.

Para dar inicio al desnatado normal, el operador abre la puerta frontal y retira las tapas laterales las cuales tienen un peso aproximado de 8 kilos.

Posteriormente con la vara de metal previamente calentada rompe la costra existente entre la pared del casco. Esta tarea puede durar unos 8 segundos, dependerá del grosor de la costra, lo que influirá en el esfuerzo que realizará el operario.

Seguidamente el operador introduce varas verdes y espera que la turbulencia generada por las varas saque a flote el

carboncillo acumulado por las esquinas de las celdas con la finalidad de minimizar la presencia de residuos y así la producción mantenga la calidad requerida.

Finalmente, procede a realizar el desnatado hasta que quede de acuerdo a las especificaciones requeridas. Cabe señalar que el proceso de desnatado es realizado con un cucharón de metal el cual tiene un peso aproximado de 15 kilos. Y para colocar los residuos se utiliza una carretilla. Por último, cierra las puertas frontales y coloca las tapas laterales.

Desnatado de Huecos: se realiza cuando se lleva a cabo la operación de extracción de un ánodo y existe exceso de carboncillo en el área de ánodo y trozos de carbón. Esta tarea es realizada con el cucharón de metal y la ejecución se basa en los procedimientos del desnatado normal. La diferencia es que se realiza con el cucharón de metal porque los residuos son por lo general de mayor dimensión.

#### **Evaluación ergonómica**

##### ***Método OWAS***

Para el proceso de desnatado se evaluaron los dos tipos de desnatados, sin embargo, para efectos de la evaluación ergonómica se consideró la tarea que requería mayor esfuerzo por parte del trabajador, la cual fue, desnatado de huecos. En la tabla 5, se presenta los resultados.

Se obtiene los valores más altos según las calificaciones del método, indicando que la carga causada cuando realiza el desnatado tiene efectos muy dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.

Tabla 5. Categoría de acción por tareas: Desnatado de Huevo

Tareas	Parte del Cuerpo Evaluada			Carga o Uso de Fuerza	Categoría de Acción
	Espalda	Brazos	Piernas		
<b>Desnatado de Huevo</b>	2	3	4	2	3 Se requiere acciones correctivas lo antes posible
<b>Extracción Trozos Carbón</b>	2	1	5	2	3 Se requiere acciones correctivas lo antes posible

**Método REBA**

Considerando los lineamientos explicados con el método anterior, se presenta los

gráficos 7 y 8, referente al desnatado de huevo y a la extracción de trozos de carbón, respectivamente.

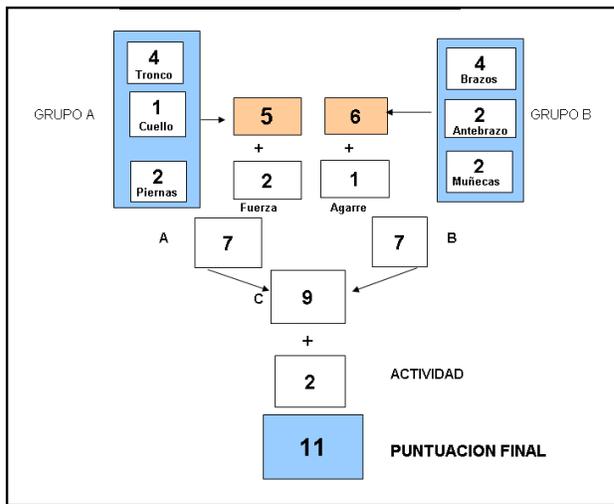


Figura 7. Nivel de Acción. Desnatado de Huevo

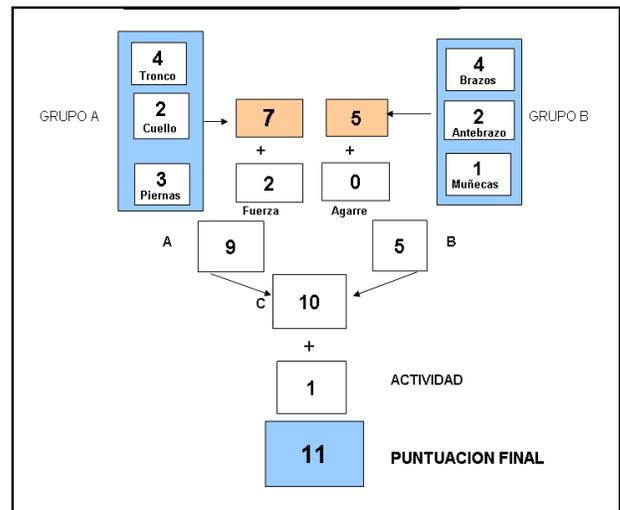


Figura 8. Nivel de Acción. Extracción Trozos de Carbón

Se manifiesta un puntaje de 11 para ambas tareas, concluyendo que la misma requiere atención inmediata por el alto nivel de riesgo y las posibles lesiones al sistema músculo-esquelético.

Por los datos resultantes en ambas tareas se determina que al hacer la actividad de

desnatado de huevo la región de los miembros y el tronco están siendo afectadas, en consecuencia, de las torsiones y esfuerzos realizados en los brazos. Condición que influye en afecciones que perjudique al cuerpo humano.

Ahora bien, con la finalidad de presentar los resultados obtenidos por la aplicación de los métodos se presenta la Tabla 6. Finalmente, ambos métodos determinan niveles de actuación similares, además

demuestran que existe un porcentaje representativo de riesgos hacia el trabajador en función de su sistema músculo-esquelético.

**Tabla 6.** Efecto y Acción por Tarea. Métodos OWA – REBA

Actividad	tarea	Categoría de riesgo		Efecto	Acción requerida
		OWAS	REBA		
Medición de distribución de la corriente anódica en celda	Medir la celda	2	2	Medio	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano
	Anotar datos	1	No aplica	Inapreciable	No requiere acción
Medición niveles de baño y metal	Romper costra del horno	2	2	Medio	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano
	Medición del baño y metal	3	3	Alto	Se requieren acciones correctivas lo antes posible
	Sacar varilla del horno	3	4	Muy alto	Se requieren acciones correctivas inmediatamente
Cambio de ánodo	Posicionar tapa	3	3	Alto	Se requieren acciones correctivas lo antes posible
	Maniobrar tapa	4	4	Muy alto	Se requieren acciones correctivas inmediatamente
Desnatado de celda	Desnatado del hueco	4	4	Muy alto	Se requieren acciones correctivas inmediatamente
	Extracción trozos de carbón	3	4	Muy alto	Se requieren acciones correctivas inmediatamente

## CONCLUSIONES

La evaluación ergonómica contribuye hacia la adecuación de los puestos de trabajo y la calidad de vida del trabajador. El método OWAS genera evaluaciones más globales hacia las zonas del cuerpo humano. El método REBA genera evaluaciones en conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo, tronco, cuello y piernas. Se precisó que las actividades que requieren atención en harás de mejorar la

forma de ejecución por parte del trabajador son:

- Medición Niveles de Baño y Metal; específicamente en las tareas sacar varilla del horno y medición del baño y metal. Con efectos muy altos hacia el cuerpo humano.
- Cambio de Ánodos; reflejando que ambas tareas requieren acciones correctivas lo antes posible porque los efectos hacia el cuerpo humano son nocivos.

-Al igual que la actividad anterior resultó el Desnatado de Celda, evidenciando efectos críticos hacia el trabajador cuando realiza sus tareas.

Los métodos REBA y OWAS señalan acciones correctivas lo antes posible en casi la totalidad de las tareas que intervienen en la producción del aluminio.

## REFERENCIAS

Arzola, M. & La Cruz, L. (2007). Estrategias tecnológicas para la industria transformadora de productos de bienes de consumo de aluminio en Venezuela. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 11(42), 3-12. Recuperado de <http://www.uct.unexpo.edu.ve/index.php/uct/article/download/205/166>

Bernal, C. (2006). *Metodología de la Investigación*. México D. F.: PEARSON.

Bevan, S. (2015). Economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 29 (3), 356-373. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.berh.2015.08.002>

Cinquina, P. (2011). *Sicurezza e Prevenzione in Agricoltura*. Italia: Maggioli.

Das, D.; Kumar, A. & Sharma, M. (2018). A Systematic Review of Work-related Musculoskeletal Disorders among Handicraft Workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, DOI: <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1458487>

Norma técnica para el control en la manipulación, levantamiento y traslado manual de carga (2016). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, No. 40.973, 24 de Agosto de 2016.

de la industria del aluminio en Venezuela. *Revista COPÉRNICO*, 10 (19), 15-26. Recuperado de [http://copernico.uneg.edu.ve/numeros/c19/c19\\_art02.pdf](http://copernico.uneg.edu.ve/numeros/c19/c19_art02.pdf)

EU-OSHA (2018). *Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado de <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>

<http://dx.doi.org/10.5772/67002>

International Ergonomics Association (2018). What is ergonomic? (Página web). Recuperado de <https://iea.cc/whats/index.html>

Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (2005). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.236 del 26 de julio de 2005.

Llaneza Álvarez, J. F. (2009). *Ergonomía y Psicología Aplicada. Manual para la formación del especialista (12.ª ed.)*. Madrid: Lex Nova.

López, B.; González, E.; Rodríguez, C. & López, E. (2014). Evaluación de Sobrecarga Postural en Trabajadores: Revisión de la Literatura. *Ciencia & Trabajo*, 16 (50), 111-115. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492014000200009>

Manville, C.; El Akremi, A.; Niezborala, M. & Mignonac, K. (2016). Injustice hurts, literally: The role of sleep and emotional exhaustion in the relationship between organizational justice and musculoskeletal disorders. *Human relations*, 69 (6): 1315-1339. DOI: <https://doi.org/10.1177/0018726715615927>

Márquez, M. (2007). *Ergonomía. Fundamentos de Ergonomía Industrial*. San Cristóbal, Venezuela: Fondo Editorial UNET.

McAtamney, L. (2004). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. (N. Stanton, Ed.) New York. Washington. D. C.: CRC PRESS.

Norma Internacional ISO 45.001 (2018). *Sistemas de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo*. Ginebra: ISO.

Norma Internacional ISO 6385 (2016). *Principios ergonómicos en el diseño de sistemas de trabajo*. Ginebra: ISO.

- Oronoz, P.; Gamluch, R. & Romero, I. (2013). La prospectiva frente a los desafíos
- Quintana, R. (2017). *Work-Related Musculoskeletal Disorders and the Relationship to Ethnicity* (Cap. 10). En Occupational Health. Londres: InTechOpen. DOI:
- Ramirez Cavassa, C. (2006). *Ergonomía Y Productividad (Segunda Edición ed.)*. México D. F.: Limusa, S. A.
- Rosas Sánchez, R. (2014). *Seguridad y Salud*. Madrid: CEP S.L.
- Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid (2016). CCOO Comisiones Obreras de Madrid. Obtenido de [http://www.madrid.ccoo.es/Salud\\_Laboral](http://www.madrid.ccoo.es/Salud_Laboral)
- Suárez, A. (2014). The Importance of Ergonomics in Industrial Engineering. *Industrial Engineering & Management*, 3 (1), 1-2. DOI: <http://dx.doi.org/10.4172/2169-0316.1000e121>
- Universidad Politécnica de Valencia. (2006). *Ergonomía en el trabajo y prevención de riesgos laborales* (página web). <http://www.ergonautas.upv.es>
- Vergara, L. (2011). Prospectiva de la Industria del Aluminio en Venezuela y su Rol en la Construcción de Futuro Sostenible. *ECO DISEÑO & Sostenibilidad*, 3, 175-191. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/9631>

**Autora**

**Magaly Escalante.** Ingeniero Industrial. Magister Gerencia Mención Operaciones y Producción. Doctorante en Ciencias de la Ingeniería. Profesora Agregado de la Universidad Nacional Experimental de Guayana UNEG, Venezuela.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9794-7900>

**Email:** [magallyescalante@gmail.com](mailto:magallyescalante@gmail.com)

**Miguel Nuñez Bottini † [26/03/1954-24/03/2018].** Especialista en Operaciones y Producción. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor titular de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre" UNEXPO, Venezuela.

**Email:** [manb39@gmail.com](mailto:manb39@gmail.com)

**Recibido:** 12-03-2018

**Aceptado:** 05-11-2018