

# **ANÁLISIS ERGONÓMICO DE OPERADORES PORTUARIOS, UTILIDAD DE MÉTODOS ESPECÍFICOS DE EVALUACIÓN PARA INTERVENCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRABAJO**

Juan Pinto Aguilante<sup>1,2</sup>, Sebastián Collao Vergara<sup>1</sup>,

(1) Instituto de seguridad del trabajo

(2) Sociedad Chilena de Antropometría.

## **RESUMEN**

Los problemas musculoesqueléticos son de una alta prevalencia en los sistemas de trabajo, a nivel mundial ocupan un importante lugar en la tasa de siniestralidad y días perdidos en diferentes rubros, por lo cual, es de suma importancia entender cómo se presentan estas dolencias, con qué situación o factores se encuentran relacionados y de qué manera solucionarlos, puesto que, el deterioro de la salud, provoca aumento de licencias médicas, afectando la productividad de la empresa.

Se realizó un análisis global y específico de las actividades, la interacción del sistema humano-máquina-entorno y la utilidad de herramientas de análisis específicos como la antropometría que permite la obtención de datos que se relacionan de manera importante en la aparición de disconfort, análisis de vibraciones, normativas legales dejando establecido la utilidad de las herramientas específicas de evaluación que permiten un acercamiento más realista del riesgo presente en los puestos de trabajo y por lo tanto el planteamiento de la necesidad de especialistas que puedan determinar la realización de este tipo de análisis para la mejora de los sistemas productivos.

## **Introducción**

Los terminales portuarios son relevantes para la economía nacional y regional, por su protagonismo en el comercio exterior y la generación de fuentes de empleos directos e indirectos. En Chile más del 90% del comercio exterior se moviliza por esta vía por lo cual desempeñan un rol fundamental en el crecimiento económico del país, el flujo de movimientos de contenedores del año 2017 fue de 1.074.983 unidades de 20 pies para el puerto de San Antonio, comparativamente en el puerto de Valparaíso de movilizaron 1.061.670 contenedores. Unas de las tareas más importantes desarrolladas por los trabajadores portuarios están relacionadas con la acción directa de la movilización de contenedores mediante la utilización de 2 tipos de grúas; Ship to Shore (STS) y Rubber Tired Gantry cranes (RTG), orientadas a la carga y descarga de buques y a la movilización de contenedores dentro del puerto, este tipo de maniobras sólo se realizan en 3 terminales portuarios del país, por lo que el número de operadores de grúa es reducido.

Los diseños de cabinas de grúas en el pasado estaban enfocados en un diseño básico, considerando mínimamente el factor humano en la operación. Algunos autores (Further, Eger et al, 2008) señalan que el deficiente diseño de cabina tenía una correlación significativa con la manifestación de alteraciones musculoesqueléticas principalmente en los segmentos corporales axiales, esta situación prospectivamente ocasiona un cese de la actividad laboral en la operación de grúas, con una edad promedio de 50 años. La Port Equipment Manufacturers Association (PEMA) elaboró un documento en los que describe los principales riesgos a los que están

expuestos los operarios de grúas. Sin embargo, el documento señala: “No constituye una recomendación profesional, sino más bien es un resumen exhaustivo de la información”, ante esta aseveración nos surge la interrogante ¿Existen criterios con especificidad y validez para determinar niveles de riesgos ergonómicos en los operadores de grúa?

En nuestro país el año 2012 se oficializó la norma de trastornos musculoesqueléticos relacionados al trabajo de extremidades superiores (TMERT de EE.SS), la cual nace de la modificación de los artículos 110 a.1, a.2 y a.3 del decreto supremo N° 594, esta norma permite identificar, evaluar y controlar los factores de riesgos biomecánicos asociados a las tareas laborales que ejecutadas por los trabajadores. La tarea evaluada con esta norma fue la operación de grúa portacontenedores, el nivel de riesgo obtenido fue moderado (color amarillo), por lo que se obliga al empleador a realizar medidas de control. Pese a la incorporación de estas medidas de control los trabajadores manifiestan molestias musculoesqueléticas en la zona axial, principalmente en los segmentos lumbares y cervicales. En esta tarea están presentes los riesgos ergonómicos asociados a movimientos repetitivos en combinación con factores posturales en miembros superiores, esta norma no incluye la evaluación de sobrecarga postural para el segmento axial, por lo tanto, el cumplimiento legal no asegura el control de los factores de riesgo gatillantes de un trastorno musculoesquelético. Por este motivo la intervención ergonómica debe ser integral y por sobre todo debe considerar la opinión de los trabajadores, bajo este concepto los factores individuales, biomecánicos axiales y organizaciones deben ser evaluados, permitiendo obtener un mayor número de indicadores que permitan mitigar o eliminar los factores de riesgos disergonómicos encontrados.

En relación a los factores individuales, el sedentarismo aparece como la principal causa de sintomatología, en la última encuesta nacional de hábitos de actividad física y deporte el 80,1 % de la población chilena mayor a 18 años es sedentaria, esto se relaciona con la muestra obtenida, esta condición promueve la aparición de enfermedades cardiovasculares, las que representan la causa de muerte número 1 en nuestro país y el mundo según estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), estas condiciones en combinación con una baja carga cardiovascular durante el horario de trabajo, aumentan la probabilidad de contraer estas afecciones.

## **Desarrollo del trabajo**

### **Objetivos:**

- Identificar y evaluar factores de riesgo ergonómicos que estén relacionados con las molestias musculoesqueléticas presentadas por los trabajadores.
- Establecer medidas de control/mitigación que permitan mejorar la calidad de vida de los operadores.

### **Metodología**

Durante los meses de marzo y diciembre del año 2017 se realizaron evaluaciones ergonómicas en terreno en el puerto de San Antonio, para determinar tiempos efectivos de realización de tareas, con la finalidad de dar cumplimiento legal para la aplicación de la norma TMERT de EE.SS, el tiempo efectivo determinado según el número de contenedores se analizó de acuerdo a los ciclos de trabajo, el tiempo es de 78 segundos, el número de contenedores que cada operador podía movilizar en una jornada laboral de 7,5 horas es de 176, el tiempo obtenido fue de 3,8 horas efectivas, tras la aplicación de las listas de chequeos MINSAL, se logró obtener un nivel de riesgo correspondiente a la categoría moderado (color amarillo), por lo tanto el empleador está obligado a diseñar medidas de control y aplicarlas en un plazo de 6 meses. La norma TMERT de EE.SS al evaluar exclusivamente miembros superiores, no logra dar respuesta a la sintomatología musculoesqueléticas manifestada por los operarios, correspondiente a la columna vertebral con predominio lumbar y cervical, esta es una de las razones que justifica la presencia de un ergónomo en las organizaciones, la mirada integrativa permite analizar un puesto de trabajo desde una manera sistémica. Para complementar la evaluación según el marco legal, se realizó un análisis biomecánico de la posición del trabajador al momento de operar la grúa, se observa una flexión de tronco de 45° app., flexión de los segmentos cabeza-cuello de 30°, esta postura es mantenida por periodos mayores a 4 segundos, al ser una postura estática, disminuye el flujo sanguíneo, provocando alteraciones en la obtención de energía en forma de ATP, favoreciendo la aparición de fatiga muscular. Se complementa el análisis biomecánico con una evaluación antropométrica de un perfil restringido y fraccionamiento de la masa corporal en 5 componentes; muscular, adiposo, piel, óseo y residual, método propuesto por D. Kerr (1988), que es un modelo anatómico basado en

estudios antropométricos con disecciones de cadáveres, el cual se compara con el modelo de proporcionalidad Phantom, que considera promedios y desviaciones estándar del humano de referencia PHANTOM, que tiene características de ser unisex, con una talla de 170,18 cm y 64,58 Kg. para realizar la evaluación se utilizó un kit antropométrico Rosscraft, que posee certificación internacional para mediciones antropométricas.

Se observó la presencia de gran porcentaje de contenido adiposo, sobre el tejido muscular, esta situación promueve la aparición de fatiga por déficit energético, según el indicador de índice de masa corporal, los sujetos son categorizados como obesos, estos indicadores antropométricos se podrían relacionar con una baja carga cardiovascular, que conlleva a una menor demanda energética, es por esto que al ingerir una cantidad de Kilocalorías superior a lo utilizado provoca el almacenamiento de tejido adiposo.

**TABLA1. DISTRIBUCIÓN CORPORAL, SEGÚN FRACCIONAMIENTO EN 5 COMPONENTES**

	<i>Kilogramos</i>	<i>D.S</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>D.S</i>
<i>Masa Adiposa</i>	<b>27,1</b>	± 6,6	<b>31,2%</b>	± 4,4
<i>Masa Muscular</i>	<b>36,2</b>	± 6,2	<b>41,4%</b>	± 2,8
<i>Masa Residual</i>	<b>10,7</b>	± 3,4	<b>14,8%</b>	± 9,4
<i>Masa Ósea</i>	<b>8,1</b>	± 1,9	<b>9,5%</b>	± 1,9
<i>Masa de la Piel</i>	<b>3,6</b>	± 0,3	<b>4,4%</b>	± 0,7
<b><i>Masa Total</i></b>	<b>85,7</b>	± 15,2	<b>100 %</b>	

Se analizó además el factor vibracional propio del movimiento de la grúa al movilizar los contenedores, los resultados se observan en la siguiente tabla:

**TABLA 2. DE RESULTADOS SEGÚN MENOR TIEMPO DE EXPOSICIÓN REGISTRADO**

Medición	Actividad	Tarea	Eje de medición	Aceleración Equivalente ponderada $m/s^2$	Tiempo medido del ciclo HH:MM:SS	Tiempo de exposición*	LMP D.S. 594/99 2 H	Estado normativa
Cuerpo entero	Operación de grúa STS N°3	Embarque y desembarque de contenedores	X	0,522	00:01:03	1,4	1,25	Cumple
			Y	0,137			1,25	
			Z	0,307			1,61	
	Operación de grúa STS N°5	Embarque y desembarque de contenedores	X	0,571	00:00:56	1,4	1,25	Cumple
			Y	0,114			1,25	
			Z	0,238			1,61	
	Operación de grúa STS N°6	Embarque y desembarque de contenedores	X	0,686	00:00:56	1,4	1,25	Cumple
			Y	0,088			1,25	
			Z	0,193			1,61	

**TABLA 3. DE RESULTADOS SEGÚN TIEMPO DE EXPOSICIÓN PROMEDIO REGISTRADO**

Medición	Actividad	Tarea	Eje de medición	Aceleración Equivalente ponderada $m/s^2$	Tiempo medido del ciclo HH:MM:SS	Tiempo de exposición*	LMP D.S. 594/99 3H	Estado normativa
Cuerpo entero	Operación de grúa STS N°3	Embarque y desembarque de contenedores	X	0,522	00:01:03	2,8	0,88	Cumple
			Y	0,137			0,88	
			Z	0,307			1,27	
	Operación de grúa STS N°5	Embarque y desembarque de contenedores	X	0,571	00:00:56	2,8	0,88	Cumple
			Y	0,114			0,88	
			Z	0,238			1,27	
	Operación de grúa STS N°6	Embarque y desembarque de contenedores	X	0,686	00:00:56	2,8	0,88	Cumple
			Y	0,088			0,88	
			Z	0,193			1,27	

**TABLA 4. DE RESULTADOS SEGÚN MÁXIMO TIEMPO DE EXPOSICIÓN REGISTRADO**

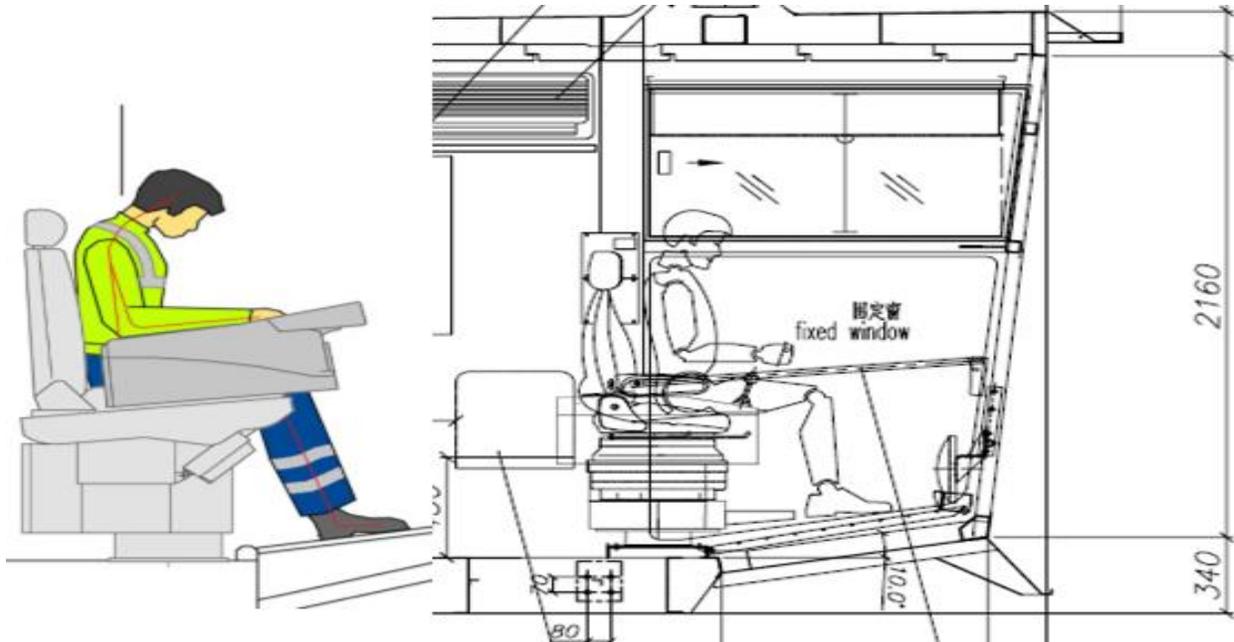
Medición	Actividad	Tarea	Eje de medición	Aceleración Equivalente ponderada $m/s^2$	Tiempo medido del ciclo HH:MM:SS	Tiempo de exposición*	LMP D.S. 594/99 4 H	Estado normativa
Cuerpo entero	Operación de grúa STS N°3	Embarque y desembarque de contenedores	X	0,522	00:01:03	3,8	0,71	Cumple
			Y	0,137			0,71	
			Z	0,307			1,06	
	Operación de grúa STS N°5	Embarque y desembarque de contenedores	X	0,571	00:00:56	3,8	0,71	Cumple
			Y	0,114			0,71	
			Z	0,238			1,06	
	Operación de grúa STS N°6	Embarque y desembarque de contenedores	X	0,686	00:00:56	3,8	0,71	Cumple
			Y	0,088			0,71	
			Z	0,193			1,06	

Estos resultados demuestran que el factor de vibraciones se encuentra por debajo del límite recomendado de exposición, por lo tanto, si bien se encuentra presente el estímulo mecánico este

no es suficiente para provocar algún tipo de lesión asociada a la operación, especialmente lo relacionado a los dolores de espalda.

Otro factor a considerar es el diseño de la cabina, específicamente el asiento, al ver la imagen 1 podemos ver que el asiento se encuentra perpendicular al suelo, sin inclinaciones. Sin embargo, la tarea es realizada en un plano inferior, esta situación propicia la adopción de posturas viciosas.

**Imagen 1. Modelo comparativo de diseño de cabina de grúa.**

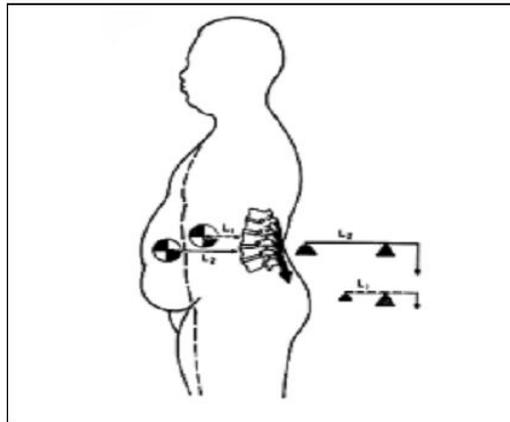


La posición que se muestra en la imagen 1 es la recomendada por PEMA, esta condición idónea es difícilmente adoptada por los trabajadores por los siguientes motivos: perímetro abdominal aumentado, lo que dificulta un adecuado ángulo de visión entre los muslos, el posicionamiento de la grúa sobre la carga, esta condición está dada por el adelantamiento de la grúa, la experiencia y preferencia de cada operador, lo que en su conjunto provoca mayor grado de flexión del tronco.

Con respecto al perímetro abdominal y los resultados obtenidos de las mediciones realizadas a los operadores de grúas se debe tener en consideración que la carga que genera por sí sola a nivel articular el perímetro abdominal aumentado, tiene directa relación con la presión a nivel articular y la carga a nivel muscular puesto que al aumentar el abdomen, aumenta el brazo de palanca que debe equilibrar el paso de la transmisión del peso desde las zonas superiores del cuerpo por lo que

grandes presiones deben ser contrarrestadas mediante mecanismos poco eficientes, lo que lleva a percibir dolor principalmente en la zona de L5-S1 que es la que recibe la mayor cantidad de presión a nivel de disco intervertebral.

**Imagen 2. Obesidad y cargas compresivas.**



**Figura 1.** La obesidad incrementa en forma importante tanto la carga compresiva directa vertical en posición supina como la carga anterior, la cual, a través de la acción de los músculos, genera una gran presión sobre las articulaciones.

### **Conclusión:**

Luego de analizar el puesto de trabajo y dar un enfoque sistémico a la problemática, es posible inferir que no es suficiente el cumplimiento legal en términos ergonómicos, cada vez se hace más presente la necesidad que las organizaciones cuenten con un profesional ergónomo para resolver la problemática de productividad v/s salud. en relación con la normativa legal, la norma TMERT de EE. SS es una adaptación de la ISO 11228-3. Sin embargo, nuestra normativo tiene diferencias en la interpretación de los resultados comparada con la ISO, de aplicarlas las listas de chequeos como indica la ISO 11228-3, la tarea evaluada sería de criticidad alta, esta normativa recomienda la aplicación de la metodología OCRA, el resultado obtenido para el segmento derecho e izquierdo fue de 14,63, esto indica un riesgo no aceptable nivel medio. Consideramos que los riesgos disergonómicos de la tarea constituyen una suma de factores los cuales impactan de manera negativa la productividad y salud de los trabajadores. De las condiciones individuales de la

población en estudio, destacan el sedentarismo, esto puede relacionarse a la composición corporal con un alto componente graso. El método utilizado para el análisis antropométrico, fue el Phantom, es el método mayormente utilizado, tiene como limitación que, si las muestras se alejan de los promedios estándar poblacionales, los resultados no son tan representativos, es por esto que consideramos introducir para un análisis antropométrico de proporcionalidad laboral el método escalable para comparar valores Z en variables antropométricas en sujetos que realizan una misma actividad laboral. Otro aspecto que consideramos fue el diseño de la Cabina, consideramos que por la forma en que se realiza la tarea el asiento debe contener una inclinación de 5-20° y el respaldo debe contener sujeciones anchas y confortables para disminuir la contracción isométrica de la musculatura de la columna vertebral al momento de realizar la tarea. Las estrategias que debe realizar la empresa para el problema actual involucran una estrategia de ergonomía participativa, interfiriendo en aspectos individuales, organizacionales e ingenieriles.

Finalmente es importante además establecer que los marcos normativos que existen actualmente en Chile dejan muchos puestos de trabajo fuera de un adecuado análisis de la carga física a la cual se someten los trabajadores en sus distintas tareas, sumado a que las organizaciones sin herramientas adecuadas no pueden establecer medidas de control apoyados en un marco regulatorio que les permita determinar de manera adecuada los riesgos a los cuales se ven sometidos los trabajadores, evitar el deterioro en la calidad de vida de las personas y la necesidad de considerar las probables consecuencias y repercusiones a nivel de proceso productivo en lo que tienen que ver especialmente en los días laborales perdidos y la baja de productividad. Son en todos estos procesos donde la intervención de un profesional ergónomo permite la conformación de equipos multidisciplinarios para encontrar las soluciones idóneas para la realidad de cada organización.

#### Referencias

1. Almagià, A., Araneda, A., Sánchez, J., Sánchez, P., Zúñiga, M., & Plaza, P. (2015). Elección del modelo de proporcionalidad antropométrica en una población deportista: comparación de tres métodos. *Nutrición Hospitalaria*, 32(3), 1228-1233.

2. José, Á. R., & R-RV, A. (2009). La obesidad y el sobrepeso, su efecto sobre la columna lumbar. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 10(3), 220-223.
3. <http://www.camport.cl/sitio/hacia-una-vision-del-sector-maritimo-y-portuario/>
4. <https://portalportuario.cl/puerto-san-antonio-moviliza-179-millones-toneladas-2017/>
5. MOVIMIENTO DE CARGA PORTUARIA Región de Valparaíso Edición N° 32 07 de febrero de 2018
6. <https://www.mundomaritimo.cl/noticias/puertos-chilenos-movilizaron-un-54-mas-de-teus-en-2017-respecto-del-ano-anterior>
7. Veljković, Z., Spasojević-Brkić, V., & Brkić, A. (2015). Crane cabins' safety and ergonomics characteristics evaluation based on data collected in Sweden port. *Journal of Applied Engineering Science*, 13(4), 299-306.
8. Brkić, V. S., Klarin, M. M., & Brkić, A. D. (2015). Ergonomic design of crane cabin interior: The path to improved safety. *Safety science*, 73, 43-51.
9. Crane operator health & safety, a PEMA information paper.