

## Análisis del riesgo biomecánico en el personal de una empresa del sector energético de Colombia

*Analysis of biomechanical risk in the personnel of a company in the energy sector in Colombia*

Julián Silva Rodríguez, Angel Zipaquirá Vargas

<https://doi.org/10.54139/riant.v8i31.597>

**Palabras clave:** factores de riesgo, músculo esquelético, sector energético, riesgo biomecánico

**Key words:** risk factors, skeletal muscle, energy sector, bio mechanic risk

### RESUMEN

Este artículo presenta una investigación realizada con el objetivo de determinar la prevalencia de los síntomas osteomusculares y factores de riesgo biomecánico en personal operativo y administrativo de una empresa de energía en Colombia. Se lleva a cabo un estudio de corte transversal aplicado a 160 trabajadores, donde se incluyeron variables sociodemográficas y las relacionadas con los síntomas osteomusculares y factores de riesgo biomecánicos. Los resultados demuestran una prevalencia del 80,3% para dolor lumbar en personal operativo mayor que en personal administrativo (72,2%). Igualmente se evidencia que los síntomas musculoesqueléticos tiene una dependencia de variables como sexo, presencia de síntomas de molestia o dolor lumbar, nivel de escolaridad con cuello, dolor de hombros y/o espalda dorsal y antigüedad en el cargo con presencia de síntomas en cuello. La población objeto de estudio presenta prevalencias altas de molestia o dolor en grupo axila, observándose mayores prevalencias en el personal operativo. El 67% del personal administrativo y el 75,8% del operativo mencionan que las molestias o dolores se han producido por las tareas del puesto de trabajo.

### ABSTRACT

This paper presents a research carried out with the objective of determining the prevalence of musculoskeletal symptoms and biomechanical risk factors in operational and administrative personnel of an energy company in Colombia. A cross-sectional study was carried out on 160 workers, where sociodemographic variables and those related to musculoskeletal symptoms and biomechanical risk factors were included. The results demonstrate a prevalence of 80.3% for low back pain in operational personnel, greater than in administrative personnel (72.2%). It is also evident that musculoskeletal symptoms depend on variables such as sex, presence of symptoms of discomfort or low back pain, level of education with neck, shoulder and/or back pain and length of service with the presence of neck symptoms. The population under study presents high prevalences of discomfort or pain in the armpit group, with higher prevalences observed in operating personnel. 67% of the administrative staff and 75.8% of the operational staff mention that the discomfort or pain has been caused by the tasks of the job.

## INTRODUCCIÓN

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) de las 2,34 millones de muertes anuales relacionadas con el trabajo, alrededor de 2,02 millones son causadas por enfermedades relacionadas con este. Además, cada año ocurren alrededor de 160 millones de casos de enfermedades profesionales no mortales. La OIT estima que los accidentes y las enfermedades profesionales causan la pérdida de cerca de 2.8 billones de dólares, en costos directos e indirectos de los accidentes y las enfermedades (OIT, 2021). En Estados Unidos, estudios como el de Peele et al. (2005) y Bhattacharya (2014), evidencian que las industrias con mayor prevalencia de trastornos musculoesqueléticos (TME) son las más afectadas en términos de productividad por los días perdidos debido a la ausencia de los empleados a raíz de estas afectaciones. Aunque según Bovea et al. (2013), las empresas están buscando estrategias que mejoren las condiciones de los trabajadores en su entorno laboral y así reducir los costos que se pueden derivar por la protección de los trabajadores. Así mismo, la OIT reporta que en Colombia para el 2023 hubo 7495.6 lesiones profesionales no fatales por cada 100.000 trabajadores (International Labor Organization, 2023). En el año 2023 en Colombia se encontraron afiliados al sistema de riesgos laborales 11.808.311 trabajadores, la tasa de enfermedad laboral calificada fue de 274.02 enfermos por cada

100.000 afiliados (Ministerio de Trabajo, 2023).

Estudios del Ministerio de Trabajo de Colombia y la Organización Iberoamericana de Seguridad Social (OISS) presentaron como riesgos ocupacionales prioritarios los riesgos biomecánicos y psicosociales, al año 2023 en las empresas prestadoras de salud EPS, el 66% de los reportes de enfermedad laboral fueron por lesiones musculo esqueléticas y las administradoras de riesgos laborales presentan un incremento del 42% en el reconocimiento de enfermedades de origen laboral con un componente derivado de los trastornos musculo-esqueléticos con un 88%. Además se reporta una prevalencia mayor en hombres que en mujeres, lo cual se encuentra asociado al tipo de oficios que desempeñan (Ministerio del Trabajo, 2023). La Asociación Colombiana de Estudio del Dolor (ACED) informa que el 64.5% de las causas de dolor estuvieron relacionados con el aparato osteomuscular (Guerrero Liñeiro & Gómez López, 2023).

En diversos entornos laborales se puede evidenciar la presencia de factores de riesgos biomecánicos ya sea por las condiciones de los puestos de trabajo y/o las actividades que producen posturas con cargas de trabajo físico excesivo, posiciones inadecuadas por flexión de tronco y mantenimiento de posturas por largos periodos de tiempo (Zhang & Lin, 2024 y Davies et al., 2023). Estudios indican que en el sector manufacturero y energético hay tareas que implican posturas que generan

alta prevalencia de desórdenes musculoesqueléticos en regiones de espalda, cuello, hombros y rodillas entre la población de personal operativo, y que se relacionan con la edad y la experiencia laboral (Noor et al., 2021 y Memarian et al., 2022).

El estudio realizado por Yang, et al. (2023), en una fábrica de montaje de aparatos electrónicos con 591 trabajadores, se evidenció la presencia de factores de riesgo biomecánico con una prevalencia de tenosinovitis de la estiloides radial del 13,03%, dedo en gatillo del 9,48%, síndrome del túnel carpiano del 8,12%, epicondilitis lateral del 3,38%, y la epicondilitis medial del 1,69%. Este estudio concluye que factores como alta fuerza, postura incómoda y puntos de presión en las muñecas se asocian con tenosinovitis de la estiloides radial. Se encontró asociación de trastornos musculoesqueléticos en miembros superiores con el tipo de trabajo, los trastornos se presentaron más comúnmente en trabajadores del departamento de ensamble. En el estudio de Nabi et al. (2021), se determinó una prevalencia del 85% de síntomas musculoesqueléticos asociados a factores sociodemográficos en operarios de una empresa metalúrgica. Estos síntomas se reportaron principalmente en la parte superior de la espalda, la zona lumbar y la muñeca.

En el sector energético en Venezuela se reportan prevalencias del 97% de trastornos musculoesqueléticos en personal liniero (Benalcázar Amanta, 2022). Mientras que en Brasil se encontró que el

70% de los linieros presentó al menos un síntoma musculo esquelético en los hombros, la espalda o las rodillas (de Lima et al., 2022). En Irán los linieros reportan la aparición de síntomas musculoesqueléticos como dolor de espalda (54,6%), hombro (39,2%) y rodilla (36,8%) relacionados con acciones o tareas de cableado (Gandomi & Zardushtian, 2021).

La empresa de energía objeto de estudio ha venido realizando proyectos como el de "intervención ergonómica", donde se analizaron las actividades de los operarios (linieros). Se encontró que las actividades laborales que desarrollan las cuadrillas, de las cuales el 19,4% las ejecuta el liniero, presentan calificaciones de riesgo altas por carga física, definida por requerimientos de posturas forzadas de diferentes segmentos corporales, requerimientos de fuerza por manipulación de cargas y por movimientos resistidos y en arcos extremos. El estudio recomendó integrar a todos los linieros al programa de lesiones osteomusculares que orienta la empresa.

En estudios de Colombia (Jiménez Herrera & Silva Rojas, 2023), Nigeria (Omojunikanbi et al., 2022) y Pakistán (Munir, 2022), en personal administrativo, se presentan prevalencias por presencia de síntomas musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, superiores al 56%, presentando síntomas en las zonas corporales de espalda superior, espalda lumbar, hombros y cuello. En Portugal (Serranheira, et al., 2020) se compara dos grupos de personas de diferentes cargos (administrativos y obreros) manifestando la presencia de síntomas de dolor de

espalda (46,8% y 54,7%), por desarrollar movimientos repetitivos, precisos y finos debido al mantenimiento de la misma postura.

El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia de los síntomas y

factores de riesgo biomecánico en personal operativo (linieros) y administrativo de una empresa de energía en Colombia, con el fin de realizar aportes que ayuden a mejorar las condiciones de trabajo del personal de la empresa.

## METODOLOGÍA

Estudio de corte transversal realizado con los empleados de una empresa del sector energético en Colombia. La población universo estuvo conformada por 540 empleados donde 240 desarrollaban actividades operativas (Linieros) y 300 actividades administrativas. Se excluyeron empleados que llevaran menos de un año en el cargo.

El estudio se realizó con una muestra de 160 personas, 94 de ellas pertenecientes a cargos administrativos y 66 en cargos de linieros (operativos), fue definida por muestro aleatorio simple con un nivel de confianza del 95% y un error máximo permitido del 0,05.

Se usó el cuestionario validado ERGOPAR del manual del método de ergonomía participativa para la prevención de trastornos musculoesqueléticos de origen laboral (García et al., 2011), creado por el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud de España (ISTAS) con previa autorización de los participantes mediante la firma de un consentimiento informado y

sujeto a la reglamentación de las normas científicas, técnicas y administrativas para investigación en salud que involucre seres humanos. El instrumento incluyó variables sociodemográficas y laborales y se indagó acerca de la presencia de síntomas osteomusculares y factores de riesgo biomecánico.

Se tomó de manera aleatoria el 10% de las encuestas, las cuales fueron revisadas confirmando el correcto registro de los datos. La sistematización de los datos se hizo en el programa estadístico SPSS versión 21. Las variables independientes cuantitativas como edad, antigüedad en el cargo y número de hijos se analizaron con medidas de tendencia central y medidas de dispersión y a las variables independientes cualitativas como sexo, nivel de formación, forma de trabajar y tipo de trabajo se les trató con el cálculo de frecuencias absolutas y porcentajes. La relación entre las variables dependientes y cada una de las variables independientes se evaluó a través de pruebas de asociación  $\chi^2$  y prueba exacta de Fisher.

## RESULTADOS

El estudio se realizó con una población de 160 trabajadores, 94 trabajadores corresponden al personal administrativo y 66 al personal operativo (linieros). Del personal administrativo 73 fueron hombres y 21 mujeres mientras que en el personal operativo todos los trabajadores fueron

hombres. El promedio de edad en el personal administrativo fue de 43,85 años (D.S 9,7) y el del operativo de 42,77 años (D.S 9,8) con tiempo promedio en el cargo de 10,96 años (D.S 8,06) y 13 años (D.S 7,95) respectivamente. La tabla 1 presenta la caracterización sociodemográfica y laboral de la población objeto de estudio.

**Tabla 1.** Caracterización sociodemográfica y laboral de trabajadores

Características	Administrativo			Operativo		
	n= 94			n= 66		
<i>Edad</i>	Media	D.S		Media	D.S	
	43,8	9,7		42,7	9,8	
<i>Antigüedad en el cargo</i>	Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3
	10,9	5,0	16,0	13	6	19
<i>Número de Hijos</i>	Media	Q1	Q3	Media	Q1	Q3
	2	1	3	2,29	1	3
<i>Sexo</i>	Frecuencia	%		Frecuencia	%	
(Masculino)	73	77,7		66	100	
(Femenino)	21	22,3		0	0,0	
<i>Forma de trabajar</i>						
Solo	68	72,3		24	36,4	
Por Cuadrilla	26	27,7		42	63,6	
<i>Tipo de trabajo</i>						
Turno Fijo	87	92,6		51	77,3	
Turno Rotativo	7	7,4		15	22,7	

La prevalencia para síntomas de molestia o dolor en región lumbar en personal operativo (linieros) fue de 80,3%, mayor que la encontrada en personal administrativo con un 72,2%. La presencia de síntomas en piernas, rodillas y pies fue mayor en personal operativo que administrativo presentándose una prevalencia en operativos de 47%, 56,1% y

56% y en administrativos de 31,9%, 43,6% y 41,5% respectivamente. La presencia de síntomas de molestia o dolor en el segmento cuello, hombros y/o espalda dorsal en personal administrativo es menor que en el personal operativo presentando una prevalencia de 89,4% y 97%. (Ver tabla 2).

**Tabla 2.** Presencia de síntomas de molestia y dolor del personal según el tipo de cargo

Segmento	Cargo	Molestia		Dolor		Ni molestia ni dolor	
		N	%	N	%	N	%
Cuello, hombros y/o espalda dorsal	Administrativo	50	53,2	34	36,2	10	10,6
	Operativo	38	57,6	26	39,4	2	3,0
Espalda lumbar	Administrativo	46	48,9	22	23,4	26	27,7
	Operativo	35	53,0	18	27,3	13	19,7
Codos	Administrativo	18	19,1	16	17,0	60	63,8
	Operativo	19	28,8	6	9,1	41	62,1
Manos y muñecas	Administrativo	33	35,1	30	31,9	31	33,0
	Operativo	24	36,4	21	31,8	21	31,8
Piernas	Administrativo	23	24,5	7	7,4	64	68,1
	Operativo	21	31,8	10	15,2	35	53,0
Rodillas	Administrativo	27	28,7	14	14,9	53	56,4
	Operativo	18	27,3	19	28,8	29	43,9
Pies	Administrativo	27	28,7	12	12,8	55	58,5
	Operativo	28	42,4	9	13,6	29	43,9

Al 46,25% del total de los trabajadores por lo menos un síntoma en uno de los segmentos corporales les ha impedido alguna vez realizar la labor. Al 53 % del personal operativo la molestia o dolor les impido realizar las tareas de su cargo. El 67% del personal administrativo y el 75,8% del operativo mencionan que las molestias o dolores se han producido por las tareas del puesto de trabajo. Para la aplicación del cuestionario la molestia se entiende como una incomodidad general en el cuerpo o en una parte de el y el dolor se centra en la una señal directa que se presenta en una parte especifica del cuerpo y crea en la persona

un malestar más grave en riesgo de una posible lesión.

En la tabla 3 se presentan los resultados de las frecuencias de tiempo en el que el personal adopta cada postura en desarrollo de sus actividades laborales. El 9,3% del total del personal no adopta posturas con movimientos de cuello/cabeza y el 17,5% no adopta posturas con movimientos de espalda/tronco. Para la recolección de los datos de las posturas se realizo por medio del cuestionario a quienes se les indagaba por cada uno de los tiempos en que consideraban que realizaban dicha postura.

**Tabla 3.** Presencia de posturas en personal según el tipo de trabajo

Posturas	Cargo	Menos de 30 minutos		Entre 30 minutos y 2 horas		Más de 2 horas		Total
		N	%	N	%	N	%	N
Inclinar el cuello/cabeza hacia delante	Administrativo	25	26,59	16	17,02	30	31,91	71
	Operativo	32	48,48	14	21,21	6	9,09	52
Inclinar el cuello/cabeza hacia atrás	Administrativo	37	39,36	13	13,82	6	6,38	56
	Operativo	32	48,48	17	25,75	6	9,09	55
Inclinar el cuello/cabeza hacia un lado o ambos	Administrativo	43	45,74	7	7,44	9	9,56	59
	Operativo	32	48,48	11	16,66	3	4,54	46
Girar el cuello/cabeza	Administrativo	34	36,17	17	18,08	15	15,95	66
	Operativo	30	45,45	14	21,21	6	9,09	50
Inclinar la Espalda/Tronco hacia delante	Administrativo	41	43,61	15	15,95	9	9,57	65
	Operativo	23	34,84	20	30,30	7	10,60	50
Inclinar la Espalda/Tronco hacia atrás	Administrativo	36	38,29	17	18,08	8	8,51	61
	Operativo	21	31,81	23	34,84	8	12,12	52
Inclinar la Espalda/Tronco hacia un lado o ambos	Administrativo	40	42,55	9	9,57	3	3,19	52
	Operativo	29	43,93	17	25,75	5	7,75	51
Girar la Espalda/Tronco	Administrativo	38	40,42	17	18,08	7	7,44	62
	Operativo	24	36,36	22	33,33	6	9,09	52
Las manos por encima de la cabeza o los codos por encima de los hombros	Administrativo	33	35,10	14	14,89	10	10,63	57
	Operativo	24	36,36	21	31,81	8	12,12	53
Una o ambas muñecas dobladas hacia arriba o hacia abajo, hacia los lados o girados	Administrativo	30	31,91	9	9,57	28	29,78	67
	Operativo	29	43,93	19	28,78	4	6,06	52
Ejerciendo presión con uno de los pies	Administrativo	22	23,40	11	11,70	12	12,76	45
	Operativo	18	27,27	24	36,36	12	18,18	54

El 45,5% del personal operativo realizó la actividad caminar mientras se sube o baja niveles por periodos de tiempo mayores a 30 minutos. El personal operativo adopta las siguientes posturas en periodos de tiempo entre 30 minutos y 2 horas: inclinación de espalda/tronco hacia atrás 34,84% e inclinación de espalda/tronco hacia un lado o ambos 25,75% , uso de manos por encima de cabeza o los codos por encima de los hombros 31,81% y ejercer presión con uno de los pies 36,36 % , lo anterior considerando que el personal tiene que realizar labores en poste estando suspendidos y generando apoyo de la espalda/tronco en la eslinga de posicionamiento con el fin de dejar libres los brazos y manos. Se destaca que el personal administrativo adopta las posturas de sentado 74.4% y utiliza de manera intensiva los dedos 46,8% en periodos de tiempo superior a las dos horas.

Al evaluar la asociación de los síntomas musculoesqueléticos con variables sociodemográficas y ocupacionales para todo el personal (ver tabla 4), se encontró asociación entre sexo y presencia de síntomas de molestia o dolor en espalda lumbar ( $p 0.013$ ), donde el 80% de los hombres y el 95,2% de las mujeres presentan dolor en esta zona del cuerpo.

El nivel de escolaridad presenta asociación con aparición de síntomas en cuello, hombros y/o espalda dorsal ( $p 0.043$ ), esto debido a que se evidencia que aquellos trabajadores que poseen un mayor nivel de educación poseen una mayor cultura de

autocuidado y también poseen más conocimiento frente las posibles lesiones o enfermedades laborales que pueden presentar. El 92,5% de los empleados tienen molestia o dolor en esta zona del cuerpo de los cuales el 89,36% es administrativo y el 96,96% es operativo. Los empleados que tienen un nivel de estudio técnico y universitario presentan el mayor porcentaje de presencia de dolencias en este segmento corporal.

La antigüedad en el cargo tiene asociación con la presencia de síntomas en cuello, hombros y/o espalda dorsal ( $p 0,030$ ), rodillas ( $p 0,003$ ) y pies ( $p 0,007$ ). El 45,9% de los empleados que presentan síntomas de molestia o dolor en cuello, hombros y/o espalda dorsal tienen una antigüedad en el cargo entre 3 y 12 años. El 48,75% de los empleados presentan dolor o molestia en rodillas, el 23% y 16,25% del personal que presenta dolor tiene una antigüedad en el cargo entre 3 a 12 años y 13 a 22 años respectivamente, siendo los rangos de edad con mayor prevalencia en aparición de síntomas en rodillas. Con respecto al tipo de cargo, el 43,61% del personal administrativo presenta síntomas de molestia o dolor en rodillas valor inferior al del personal operativo 56,06%.

Por último, se presenta asociación de síntomas de molestia o dolor en pies con la antigüedad en el cargo, donde la mayor prevalencia está en los rangos de edades de 3 a 12 años (24,37%) y 13 a 22 años (15,62%). El 41.48% del personal administrativo y el 56,06% del operativo presenta síntomas de molestia o dolor en este segmento corporal.



**Tabla 4.** Valores-p de Factores sociodemográficos y laborales asociados con los síntomas musculoesqueléticos por segmentos

	Cuello, hombros y/o espalda dorsal	Espalda lumbar	Codos	Manos y muñecas	Piernas	Rodillas	Pies
Sexo	1,000	<b>0,013</b>	0,333	0,458	1,000	0,643	1,000
Nivel de escolaridad	<b>0,043</b>	0,490	0,183	0,243	0,944	0,180	0,375
Antigüedad en el cargo	<b>0,030</b>	0,517	0,257	0,297	0,197	<b>0,003</b>	<b>0,007</b>
Edad	0,410	0,458	0,490	0,499	0,413	0,071	0,350
Número de hijos	0,459	0,243	0,086	0,139	0,905	0,137	0,440
Forma de trabajo	1,000	0,198	1,000	0,394	1,000	0,263	0,264
Tipo Turno de trabajo	1,000	0,106	1,000	0,085	0,243	0,066	0,114
Tipo de cargo	0,124	0,268	0,869	1,000	0,069	0,149	0,078

## CONCLUSIONES

La población objeto de estudio presenta prevalencias altas de molestia o dolor en mayor medida en Cuello, hombros y/o espalda dorsal y Espalda lumbar, aumentando en trabajadores que están entre los 3 y 12 años de permanencia en el cargo, observándose mayores prevalencias en el personal operativo (liniero). El personal presenta asociaciones entre antigüedad en el cargo con la presencia de síntomas de molestia o dolor en cuello, hombros y/o espalda dorsal, rodillas y pies. Al 46,25% del total de los trabajadores por lo menos un síntoma en uno de los

segmentos corporales les ha impedido alguna vez realizar la labor, siendo el personal operativo quien presenta mayores impedimentos por presencia de síntomas al momento de realizar las tareas.

El 67% del personal administrativo y el 75,8% del operativo mencionan que las molestias o dolores se han producido por las tareas del puesto de trabajo. Teniendo en cuenta los resultados, se recomienda formular estrategias para la prevención de aparición de síntomas musculoesqueléticos y/o factores de riesgo biomecánico en los trabajadores, priorizando la intervención en el personal operativo.

## REFERENCIAS

- Benalcázar Amanta, A. E. (2022). *Determinación de lesiones musculoesqueléticas en el personal de linieros de construcciones eléctricas en el año 2020* [Master's thesis]. <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/15290/1/UA-MSO-EAC-086-2022.pdf>
- Bhattacharya, A. (2014). Costs of occupational musculoskeletal disorders (MSDs) in the United States. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(3), 448-454. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2014.01.008>
- Bovea, M.; Carlos, M.; García, N.; Mulet, E. & Pérez, V. (2013). *Manual de seguridad e higiene industrial para la formación en ingeniería*. Universitat Jaume I: España.
- Davies, K., Weale, V. & Oakman, J. (2023). A participatory ergonomics intervention to redesign work and improve the musculoskeletal health of paramedics: protocol for a cluster randomised controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1), 716. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06834-8>
- de Lima, F. T., Gemma, S. F. B., Misuta, M. S., da Silva, S. B. & Brittes, J. L. P. (2022). Métodos e Práticas Integrativas em P&D: Contribuições para a Saúde, Segurança e Qualidade de Vida (SSQV) de Eletricistas de Linha Viva. *Desenvolvimento em Questão*, 20(58), e12318-e12318. <http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2022.58.12318>
- Gandomi, F. & Zardushtian, S. (2021). The relation between workplace ergonomics and body composition with productivity and job involvement of employees in Kermanshah oil refining company. *Health and Development Journal*, 10(3), 206-214. <https://doi.org/10.22062/jhad.2021.91789>
- García, A. M., Gadea, R., Sevilla, M. J., & Ronda, E. (2011). Validación de un cuestionario para identificar daños y exposición a riesgos ergonómicos en el trabajo. *Revista española de salud pública*, 85, 339-349. [https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v85n4/03\\_origina12.pdf](https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v85n4/03_origina12.pdf)
- Guerrero Liñeiro, A. M., Gómez López, M. P. (2023). *Informe de un grupo científico de la ACED. Octavo estudio nacional del dolor: Prevalencia del dolor crónico en Colombia*. <http://dolor.org.co/>
- International Labor Organization (2021). *Estadísticas de lesiones profesionales*. <http://www.ilo.org/ilostat>
- Jiménez Herrera, J. G., & Silva Rojas, D. G. (2023). *Factores de riesgo ergonómico asociados al puesto de trabajo del personal administrativo, una problemática en la salud ocupacional en Colombia periodo 2019-2022* (Bachelor's thesis). <https://alejandria.poligran.edu.co/handle/10823/6940>
- Memarian, B., Brooks, S. B., Le, J. C., & Rivera, J. E. (2022). High-Risk Electrical Tasks & Contributing Work Factors. *Professional Safety*, 67(08), 14-20. <https://bit.ly/3bW6qza>
- Ministerio del Trabajo (2023). *Encuesta nacional de condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el sistema general de riesgos laborales*. <https://ccs.org.co/>
- Ministerio de trabajo (2023). *Indicadores del sistema general de riesgos laborales*. <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/RiesgosLaborales/Paginas/indicadores.aspx>
- Munir, M. (2022). Frequency of musculoskeletal complaints and their associated risk factors among computer workers. *Work*, 72(3), 997-1005. <https://doi.org/10.3233/WOR-210266>
- Nabi, M. H., Kongtip, P., Woskie, S., Nankongnab, N., Sujirarat, D., & Chantanakul, S. (2021). Factors associated with musculoskeletal disorders among female readymade garment workers in Bangladesh: a

comparative study between OSH compliant and non-compliant factories. *Risk management and healthcare policy*, 1119-1127.

<https://doi.org/10.2147/RMHP.S297228>

Noor, A., Arif, U., Aslam, S., Sabir, R., Sohail, A. A., Aslam, H., & Ch, M. (2021). Prevalence of musculoskeletal disorder in electricity lineman in city Faisalabad, Pakistan. *Annals of Musculoskeletal Medicine*, 5(2), 009-012.

<https://dx.doi.org/10.17352/amm>

Omojunikanbi, O. A., Akinpelu, A. O., & Ekechukwu, E. N. D. (2022). Prevalence, pattern and predictors of work-related musculoskeletal disorders among oil workers in Nigeria. *Work*, 71(1), 151-163.

<https://doi.org/10.3233/WOR-205005>

Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2021). *La seguridad en cifras. Sugerencias para una cultura general en materia de seguridad en el trabajo*. Ginebra – Suiza.

[https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/worldday/report\\_esp.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/worldday/report_esp.pdf)

Peele, P. B., Xu, Y. & Colombi, A. (2005, June). Medical care and lost work day costs in

musculoskeletal disorders: older versus younger workers. In *International Congress Series* (Vol. 1280, pp. 214-218). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/j.ics.2005.02.065>

Serranheira, F., Sousa-Uva, M., Heranz, F., Kovacs, F., & Sousa-Uva, A. (2020). Low Back Pain (LBP), work and absenteeism. *Work*, 65(2), 463-469.

<https://doi.org/10.3233/WOR-203073>

Yang, F., Di, N., Guo, W. W., Ding, W. B., Jia, N., Zhang, H., ... & Yin, Y. (2023). The prevalence and risk factors of work related musculoskeletal disorders among electronics manufacturing workers: a cross-sectional analytical study in China. *BMC Public Health*, 23(1), 10.

<https://doi.org/10.1186/s12889-022-14952-6>

Zhang, Z., & Lin, K. Y. (2024). Applying implementation science to evaluate participatory ergonomics program for continuous improvement: A case study in the construction industry. *Applied Ergonomics*, 115, 104181.

<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2023.104181>

## Autores

**Julián David Silva Rodríguez.** Ingeniero Industrial, Magister en Ingeniería Industrial, Candidato a Doctor en Ingeniería de Procesos, julian.silva@usantoto.edu.co, Grupo de Investigación GISPA, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7497-8632>

Email: [julian.silva@usantoto.edu.co](mailto:julian.silva@usantoto.edu.co)

**Angel Alexander Zapaquira Vargas.** Ingeniero Industrial, Especialista en Gerencia logística, Magíster en Salud Ocupacional y Ambiental, azipaquira@uniboyaca.edu.co. Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7150-6389>

Email: [azipaquira@uniboyaca.edu.co](mailto:azipaquira@uniboyaca.edu.co)

Recibido: 03-09-2023

Aceptado: 29-12-2023